Mestrado Integrado em Engenharia Química

Estudo do Envernizamento de Madeiras Exóticas com Vernizes Aquosos

Tese de Mestrado

desenvolvida no âmbito da disciplina de

Projecto de Desenvolvimento em Ambiente Empresarial

Fátima Regina da Rocha e Sousa

Departamento de Engenharia Química

Orientadores na FEUP: **Doutor Adélio Mendes**

Doutora Luísa Carvalho

Orientador na empresa: **Eng. Fernando Oliveira**

Julho de 2008

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à minha família e aos meus amigos que sempre me apoiaram. Um agradecimento especial à Vera, Diana e Joana pelos momentos de descontracção.

Quero também agradecer ao Doutor Adélio Mendes e à Doutora Luísa Carvalho por todo o apoio prestado ao longo da realização deste projecto.

Agradeço ao Engenheiro Fernando Oliveira pela colaboração. Aos analistas (e amigos) Carlos Gaspar e Cristiana Alves pela boa disposição e pela grande ajuda prestada sempre que precisei. Ao Sr. Carlos Sousa pelas explicações sobre envernizamento.

Um agradecimento às investigadoras do LEPAE pela ajuda prestada com o equipamento de medição de ângulos de contacto e ao amigo Leandro que me explicou o modo de funcionamento deste aparelho.

Obrigada a todos por contribuírem para a realização deste projecto.

Resumo

A madeira, no seu estado natural, está sujeita a vários agentes de deterioração como os atmosféricos, os biológicos e os químicos. Estes agentes podem ser neutralizados através da aplicação de um produto de acabamento que forma uma película protectora como é o caso de um verniz. Assim, o envernizamento adiciona valor estético e oferece protecção às superfícies de madeira.

O verniz consiste num revestimento transparente que proporciona ao substrato o aspecto e características desejados em termos de brilho e resistência. Os vernizes dividem-se em dois grupos quanto à sua função: tapa-poros (aplicados como primeira demão) e vernizes de acabamento. Relativamente à sua constituição podem ser monocomponentes ou bicomponentes, sendo que estes últimos resultam da mistura do verniz com o endurecedor.

Com as cada vez maiores preocupações ambientais surgiu a necessidade de reduzir a emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COV), nocivos para o ambiente e para a saúde. Para satisfazer esta necessidade foram desenvolvidos vernizes de base aquosa para substituir em grande escala os vernizes de base solvente, responsáveis por maiores emissões de COV.

Graças ao desenvolvimento tecnológico actual, os vernizes de base aquosa atingiram os níveis de desempenho e estéticos dos produtos de base solvente no caso do acabamento da madeira. Contudo, certas espécies de madeira podem apresentar problemas críticos de acabamento. Algumas espécies contêm elevadas quantidades de substâncias solúveis em água que podem interferir com os produtos de acabamento e criar problemas como secagem lenta, má adesão, manchas e outros defeitos.

As madeiras exóticas são actualmente alvo de grande interesse para aplicações interiores e exteriores pelo que se torna necessário conhecer o comportamento dos vernizes aquosos perante estas madeiras. Para realizar este estudo foram utilizadas onze espécies de madeira (Afzélia, Carvalho, Faia, Jatobá, Mogno, Tola, Castanho, Ipê, Sucupira, Wengé e Mutene) e nove tipos de verniz (Solv 1K bri, Solv 2K sat, Aq 1K M/B, Aq 1K bri, Aq 2K mat, Aq 2K sat, Aq Dec bri, Aq Dec sat e TP Aq 1K). Para avaliar o desempenho destes produtos de acabamento nestas espécies de madeira realizaram-se diversos ensaios, nomeadamente: molhabilidade, dureza pelo método do lápis, aderência pelo método da quadrícula, levantamento de pêlo, defeitos de superfície, brilho e cor.

Palavras-Chave: verniz de base aquosa, COVs, madeiras exóticas, qualidade de um acabamento, defeitos de acabamento

Abstract

Wood, in its natural condition, is subject to several decay agents like atmospheric, biological and chemical. These agents can be neutralized through the application of a protective film-forming finish as a varnish. So, varnishing adds esthetic value and offers protection to wood surfaces.

The varnish consists of a transparent coating that provides, to the substrate, the aspect and characteristics wanted in terms of gloss and resistance. The varnishes are divided in two groups considering their function: filler (applied as first coat) and finishing varnishes (topcoat). Relatively to their constitution they can be one-component or two-components, which consists in the mixture of the varnish with the hardener.

The increasing environmental concerns lead to the need of reducing the emission of Volatile Organic Compounds (VOC), harmful for the environment and health. To satisfy this need, water-borne varnishes were developed to substitute in great scale the solvent-borne varnishes, responsible for higher emissions of VOC.

Thanks to the technological development, water-borne coatings had reached the actual level of performance and aesthetics of solvent-borne coatings in case of wood finishing. Howerver, certain wood species could present some critical finishing problems. Some wood species contain high quantities of water-soluble substances that could interfere with the finishing products creating problems as slow drying, bad adhesion, stains and other defects.

Exotic wood species are, nowadays, of great interest both for interior and exterior applications, and therefore it is important to know the behavior of water-borne varnishes towards these kinds of wood species. In order to carry out this study eleven wood species (Afzelia, Oak, Beech, Jatoba, Mahogany, Agba, Chestnut, Ipe, Sucupira, Wengé and Mutényé) and nine types of varnish (Solv 1K bri, Solv 2K sat, Aq 1K M/B, Aq 1K bri, Aq 2K mat, Aq 2K sat, Aq Dec bri, Aq Dec sat and TP Aq 1K) were used.

In order to evaluate the performance of the several finishing products in these wood species, several tests were performed, namely, wettability, pencil hardness method, adherence, grain raising, surface defects, gloss and color.

Key words: water-borne varnishes, VOCs, exotic wood, finishing quality, finishing defects

Índice

Lista de Figuras

Listas de Tabelas

Notação e Glossário

r	Factor de correcção

Letras gregas

γ_{LV}	Energia livre de superfície líquido-vapor
γ_{SL}	Energia livre de superfície sólido-líquido
γ_{SV}	Energia livre de superfície sólido-vapor
θ_Y	Ângulo de contacto de Young
θ_W	Ângulo de contacto de Wenzel

Lista de Siglas

COV	Compostos Orgânicos Voláteis
LEPAE	Laboratório de Processos, Ambiente e Energia
PSF	Ponto de Saturação das Fibras

1 Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projecto

A preocupação cada vez maior com questões ambientais fomenta a inovação e o engenho na procura de novas soluções.

A CIN – Corporação Industrial do Norte, S.A., preocupada em cumprir a legislação ambiental que limita a emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COV), formulou novos vernizes de base aquosa que cumprem os novos requisitos.

O objectivo deste projecto é estudar o envernizamento de várias espécies de madeira utilizadas em soalhos com os diversos vernizes produzidos pela CIN tentando encontrar o verniz que melhor se adequa a cada espécie. Esta avaliação é feita tendo em conta os defeitos de superfície observáveis, a dureza lápis, a aderência e o brilho conferidos por cada verniz.

1.2 Contributos do Trabalho

Este trabalho permite conhecer as principais propriedades conferidas por cada verniz a cada espécie de madeira. Assim, a CIN estará em condições de recomendar qual o tipo de verniz mais indicado para cada espécie de madeira, consoante as necessidades e desejos de cada cliente.

1.3 Organização da Tese

A presente tese é constituída por 6 capítulos.

Neste primeiro capítulo apresenta-se uma abordagem geral sobre o trabalho desenvolvido e sobre o seu contributo para a empresa que o apoiou.

No capítulo 2, o objectivo é fornecer um enquadramento teórico sobre os temas a tratar no projecto através do "Estado da Arte".

O capítulo 3 diz respeito à descrição técnica, onde são enunciados os métodos e equipamentos utilizados na determinação das várias propriedades em estudo.

O capítulo 4 trata dos resultados obtidos e da sua discussão.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões.

No capítulo 6 faz-se uma avaliação do trabalho realizado.

Nos anexos podem encontrar-se as fichas técnicas das madeiras estudadas, as propriedades físico-químicas dos vernizes utilizados, os resultados experimentais das diferentes propriedades estudadas e o manual de utilização do equipamento *OCA 20* da *Dataphysics*.

2 Estado da Arte

2.1 Porquê Envernizar?

O objectivo do envernizamento é proteger a madeira, neutralizando os agentes de deterioração responsáveis pela destruição da sua estrutura, tornando-a ao mesmo tempo esteticamente atractiva.

Os principais agentes de deterioração são os agentes atmosféricos (água da chuva, orvalho, neve e humidade do ar, radiação ultravioleta, visível e radiação infravermelha, temperatura, oxigénio e poluentes do ar), os agentes biológicos (bactérias, fungos e insectos) e ainda os agentes químicos.

Agentes atmosféricos

Uma vez que a celulose, a hemicelulose e a lenhina (principais componentes da madeira) apresentam carácter polar, podem estabelecer ligações por ponte de hidrogénio com outras substâncias polares. Assim, a **água** é adsorvida pela madeira até atingir o ponto de saturação das fibras (PSF- ponto de saturação das fibras), que corresponde ao ponto em que a madeira só contém água ligada, ou seja, as paredes celulares estão saturadas enquanto os lumens das células estão vazios, o que vai provocar um aumento de volume (inchamento). Quando a madeira seca, para valores de teor em água inferiores ao do PSF (dessorção da água), o seu volume diminui (retracção).

As variações dimensionais provocadas pelas variações de humidade diferem nas três principais direcções, isto é, longitudinal, radial e tangencial. A variação dimensional na direcção longitudinal é a mais baixa e geralmente é menor que 1 % quando a madeira é seca desde o PSF até ao estado anidro. A variação dimensional é mais elevada na direcção transversal ao veio, mas varia com a direcção; sendo duas vezes maior na direcção tangencial do que na radial.

A aplicação de um verniz que seja impermeável à água mas permeável ao vapor de água protege a madeira que está exposta a condições de humidade.

A **radiação ultravioleta** é outro dos factores de deterioração a que as madeiras estão sujeitas. A acção desta radiação provoca uma degradação lenta da sua parede celular devido

à foto-oxidação dos seus constituintes, principalmente a lenhina, ficando a madeira com uma tonalidade amarelada. Esta tonalidade pode evoluir para uma tonalidade acinzentada caso a exposição à radiação ultravioleta seja acompanhada por exposição à chuva. (CIN, 2008)

Como os vernizes são transparentes à radiação UV, torna-se necessário incorporar na sua estrutura produtos absorvedores desta radiação que aumentem a sua durabilidade. Estes absorvedores poderão ser pigmentos de óxido de ferro transparente ou de óxido de ferro comum, sendo que estes últimos podem provocar o amarelecimento do verniz. O uso mais recente de nanopartículas de óxidos de titânio e de zinco, permite desempenhos muito superiores aos óxidos de ferro.

Uma outra solução para proteger a madeira da radiação UV é a aplicação de vernizes penetrantes ou de impregnação. Estes são vernizes que não formam película e nos quais está incluída uma pequena quantidade de pigmentos que escurecem a madeira, diminuindo a acção da radiação UV mas mantendo os desenhos e a textura da madeira.

A absorção de **radiação infravermelha** e, consequentemente, de energia térmica, provoca uma subida da temperatura na madeira e uma subida da pressão de vapor da água presente. Caso o verniz aplicado na madeira não permita a respiração desta e a libertação do vapor de água, poderão surgir zonas em que se verifica a ruptura da película de verniz o que se traduz na perda de aderência deste à madeira. As zonas de ruptura podem ainda transformar-se em zonas onde se acumula grande quantidade de humidade, dando origem a bolhas de água. De forma a permitir estas trocas de massa entre a madeira e o meio ambiente, sem a formação de fissuras ou bolhas, os vernizes deverão ser permeáveis.

Agentes biológicos

A madeira está sujeita à degradação por organismos que dela se alimentam (xilófagos). No lenho estão presentes muitas substâncias nutritivas, como açúcares, resinas e amidos que constituem a base alimentar de uma infinidade de organismos, entre os quais, bactérias, fungos e insectos. (Nogueira)

O ataque de **bactérias** xilófagas dura muitos anos, normalmente sem efeitos evidentes. É comum em madeiras expostas a condições anaeróbias (submersas ou enterradas). Caracteriza-se em alguns casos pelo aparecimento de manchas que progressivamente se tornam

amolecidas. As bactérias desempenham uma posição importante na colonização de xilófagos, pois, em geral antecedem e podem favorecer a colonização por fungos.

Os **fungos** atacam em geral a madeira que apresenta um teor em água favorável ao seu desenvolvimento, provocando o aparecimento de podridões. Estes são responsáveis pela destruição (a madeira fica convertida em pó) ou alteração de cor e aspecto da madeira. Um dos fungos mais comuns é o fungo do azulamento, que provoca manchas de cor azul. A podridão castanha é causada por fungos que atacam a celulose e a madeira fica com uma cor mais castanha, enquanto que os fungos da podridão branca atacam a lenhina e a celulose e a madeira perde a cor e parece mais branca que o normal.

Os **insectos** que atacam a madeira são carunchos e térmitas. As larvas podem ser depositadas no lenho das árvores ou na madeira já cortada produzindo galerias no seu interior. Apesar de alguns serem muito pequenos promovem ataques devastadores na madeira.

Agentes químicos

Agentes químicos como substâncias ácidas ou bases representam outro ataque susceptível de ser sofrido pela madeira.

2.2 Verniz

O verniz consiste numa película de acabamento, geralmente usada em madeira mas também em outros materiais.

Uma vez que o verniz é um revestimento transparente, incolor ou apresentando um pouco de cor, a sua aplicação confere ao substrato o aspecto desejado, diferentes brilhos e dureza. Proporciona também protecção dado que se assume como uma barreira à água e à sujidade. Consoante a sua função, os vernizes dividem-se em dois grupos: vernizes de fundo ou tapa-poros e vernizes de cobertura ou de acabamento.

Os vernizes de fundo, também designados por tapa-poros, são destinados à primeira demão após a preparação da madeira. Devem ser compatíveis com os vernizes de cobertura, assim como devem possuir características de dureza que não comprometam o resultado final.

Os vernizes de cobertura podem ser mais ou menos duros, mais ou menos brilhantes, consoante a utilização e o gosto pessoal. Normalmente, os vernizes designam-se por brilhantes, de meio brilho ou mate.

Os vernizes podem ser monocomponentes, sem necessidade de preparação antes da aplicação, ou bicomponentes resultando da mistura do verniz com o endurecedor, em proporções pré-estabelecidas. A mistura deve ser feita cuidadosamente, agitando os componentes antes e depois da mistura, sendo uma operação que requer muita atenção para evitar erros que comprometam os resultados. Os vernizes bicomponentes possuem um “pot-life”, ou seja, um intervalo de tempo durante o qual podem ser aplicados e após o qual características do produto como a resistência mecânica e a resistência química são afectadas. A cura dá-se após a evaporação do solvente por reacção química entre os vários componentes da mistura ou por contacto com o ar.

A substituição dos vernizes de base solvente por vernizes de base aquosa deve-se à cada vez maior preocupação com o meio ambiente uma vez que os primeiros apresentam elevados teores de compostos orgânicos voláteis (COV), prejudiciais ao ambiente e à saúde.

Os COV são hidrocarbonetos que contêm carbono e hidrogénio passível de ser substituído por oxigénio, enxofre, azoto, fósforo ou halogéneo. (Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2004) Reagem na presença da luz solar ou com outros compostos da atmosfera, dando origem a ozono, chuvas ácidas e nevoeiro fotoquímico. Estes compostos provocam graves consequências quer ao nível da saúde (fomentando irritações oculares e cutâneas, problemas hepáticos e cardíacos e ainda efeitos cancerígenos e mutantes), quer ao nível do meio ambiente devido à formação de ozono troposférico que amplifica o efeito de estufa. (Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2004)

Por todas estas razões, surgiu em 11 de Março de 1999 a Directiva 1999/13/CE relativa às emissões de COV provenientes da utilização de solventes orgânicos em certas actividades. Sugere-se a substituição de certos solventes por produtos menos nocivos.

Surge assim um maior interesse nos vernizes de base aquosa que apresentam um baixo teor em compostos orgânicos voláteis, sendo menos agressivos para o ambiente do que os vernizes de base solvente.

Actualmente, os vernizes mais utilizados são ainda os de base solvente, ainda que os vernizes de base aquosa, por vezes chamados de ecológicos, possuam já o seu mercado. O Sul da Europa continua a usar mais os produtos de base solvente, enquanto que a Europa Setentrional é a principal utilizadora de produtos aquosos.

Uma das principais razões pelas quais estes últimos ainda não lideram o mercado é o seu preço, mais elevado que os produtos de base solvente, uma vez que requerem aditivos e resinas mais avançados tecnologicamente. No entanto, este elevado preço poderá ser compensado pela redução de perdas durante a aplicação.

Os vernizes de base aquosa apresentam várias vantagens face aos vernizes de base solvente: o tempo de secagem é mais curto, a libertação de vapores é menor e são vernizes com os quais é mais agradável trabalhar.

No entanto, o principal problema na aplicação destes vernizes é o levantamento das fibras de madeira. Uma solução para este problema poderá consistir na redução do tempo de contacto entre a aplicação do acabamento e a madeira, tendo esse tempo de ser suficiente para que a água evapore do filme prevenindo defeitos de acabamento.

2.3 Constituintes de um Verniz

O verniz forma uma película resultante de uma mistura de ligantes, solventes, aditivos e pigmentos.

Os **ligantes** são a parte não volátil do verniz (veículo fixo). São responsáveis pelas propriedades físico-químicas do verniz, pela sua secagem (pela transformação do verniz em estado líquido em película) e pela impermeabilidade do verniz após secagem. A sua função é aglomerar as partículas de pigmentos.

Os **solventes** constituem o veículo volátil do verniz. São utilizados na diluição do verniz, permitindo controlar a viscosidade e, consequentemente a facilidade de aplicação do verniz.

Os **aditivos** são utilizados nas diversas fases de fabrico de modo a conferir características especiais ao verniz. Existem diversos tipos de aditivos, como dispersantes, molhantes, anti-espumas (previnem o aparecimento de defeitos devido à presença de bolhas), biocidas (previnem o aparecimento e proliferação de fungos, bactérias e outros), secantes e absorvedores UV.

Os **pigmentos** são um material finamente dividido insolúvel. Os pigmentos inertes (cargas), como a sílica, são responsáveis pela diminuição do brilho, dureza, aderência, resistência à secagem e permeabilidade.

2.4 Molhabilidade

"O comportamento de uma gota numa superfície tem sido um tópico de investigação desde há muito tempo" (Gennes, 1985).

A madeira é um material renovável usado em larga escala na indústria da construção, mobiliário e carpintaria. Trata-se de um polímero natural, heterogéneo, higroscópico e anisotrópico. É constituída por celulose (40 % a 50 %), hemicelulose (15% a 25 %) e lenhina (15% a 30 %).

O termo molhabilidade pode ser definido como uma "manifestação macroscópica da interacção molecular entre líquidos e sólidos em contacto directo entre eles" (Berg, 1993).

A compreensão do fenómeno de molhabilidade é fundamental no conhecimento de processos como adesão, revestimento e pintura e na previsão da performance entre a madeira e os produtos de acabamento. Além deste conhecimento da interacção entre madeira e acabamento, o estudo da molhabilidade é também útil na compreensão da própria madeira e da sua natureza.

Este fenómeno envolve três fases distintas: a primeira fase diz respeito à formação do ângulo de contacto entre as diferentes fases; a segunda fase consiste no espalhamento do líquido sobre a superfície o que faz diminuir o ângulo de contacto inicialmente formado e aumentar o diâmetro da gota; a terceira fase corresponde à penetração do líquido no sólido poroso, o que se traduz numa diminuição da altura da gota, mantendo-se o diâmetro inalterado.

A molhabilidade pode ser caracterizada em termos de ângulo de contacto, energia livre e trabalho de adesão (Walinder, 2000 e Walinder, 2002). No entanto, é necessário ter em atenção que estes parâmetros dependem de características do substrato como rugosidade, heterogeneidade, teor em água, secagem, extractáveis e temperatura.

Neste caso, a molhabilidade da madeira é caracterizada em termos de ângulo de contacto. O ângulo formado entre as fases sólido-líquido-gás depende da tensão superficial das interfaces entre as várias fases. A tensão superficial e o ângulo de contacto são consequência das interacções moleculares.

As forças coesivas entre as moléculas de um líquido são responsáveis pelo fenómeno da tensão superficial. Uma vez que as moléculas à superfície do líquido não estão completamente rodeadas de moléculas semelhantes, elas ligam-se mais fortemente àquelas com que estão em contacto à superfície. Este comportamento permite a formação de uma “película” à superfície do líquido.

Por seu lado, as forças adesivas dizem respeito à atracção existente entre substâncias ou materiais diferentes.

A equação de Young permite prever o ângulo de contacto para uma superfície ideal.

$$\gamma_{LV} \cos\theta_Y = \gamma_{SV} - \gamma_{SL} \qquad (2.1)$$

Em que γ_{LV} representa a energia livre de superfície líquido-vapor, γ_{SV} representa a energia livre de superfície sólido-vapor, γ_{SL} representa a energia livre de superfície sólido-líquido e θ_Y representa o ângulo de contacto de Young, como podemos ver na figura seguinte.

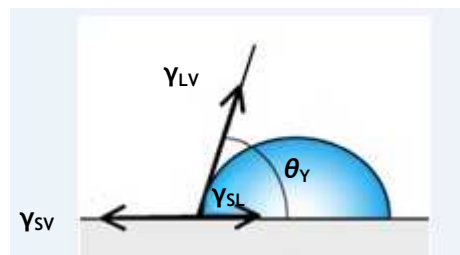



Figura 2.1. Modelo de Young.

No entanto, o ângulo de contacto medido numa superfície rugosa como a madeira não obedece a esta equação. Este depende da rugosidade superficial do sólido e da presença de heterogeneidades. Wenzel (1936) estabeleceu que para a determinação do ângulo de contacto neste tipo de superfície é necessário introduzir um factor de correcção *r* ao ângulo de contacto de Young, definido como sendo a razão entre a área verdadeiramente molhada e a área aparente. Assim, o ângulo de contacto real ou ângulo de Wenzel será dado pela relação:

$$\cos\theta_W = r\cos\theta_Y \tag{2.2}$$

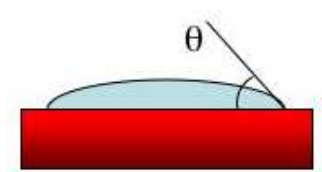
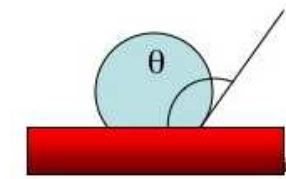
Em que θ_W representa o ângulo de Wenzel.

Quando se fala num líquido em contacto directo com um sólido, deverão ser consideradas forças coesivas (forças intermoleculares entre as moléculas de líquido) e forças adesivas (forças entre o líquido e o substrato).

Caso a intensidade das forças adesivas seja muito superior à das forças coesivas, a molhabilidade é favorável, o líquido molha o substrato e o ângulo de contacto formado encontra-se entre 0º e 90º (Figura 2.2). Se o líquido molhar completamente o substrato formando um filme, então θ = 0º.

No caso da intensidade das forças coesivas ser superior às forças adesivas, a molhabilidade não é favorável e o líquido forma uma gota na superfície, não a molhando (90º < θ <180º) (Figura 2.3). Se θ =180º, a superfície é não-molhável e forma-se uma gota esférica (situação fisicamente impossível).

Figura 2.2. 0º < θ <90º

Figura 2.3. 90º < θ <180º

2.5 Lixagem e Envernizamento

A **lixagem** é uma operação essencial na obtenção de um acabamento de qualidade.

O objectivo da lixagem é alisar e nivelar a superfície da madeira de modo a eliminar danos provocados no processo de preparação desta.

A madeira deve encontrar-se seca em profundidade e a lixagem deve ser feita no sentido do fio para que não sejam provocadas ranhuras no substrato. Esta lixagem pode ser feita manualmente ou mecanicamente com o auxílio de uma lixadora. Existem diversos tipos de lixas conforme a sua granulometria: desde as mais finas às mais grossas. Quanto mais baixo o grão mais grossa será a lixa.

O **envernizamento manual** deve ser feito de acordo com as especificações de cada produto, usando trincha, rolo, máquina de rolos, pistola air-less, pistola air-mix, etc., devendo a madeira estar devidamente lixada e isenta de gorduras e poeiras. Deve efectuar-se uma lixagem intermédia entre cada demão de verniz de modo a obter uma camada homogénea em todo o substrato e a melhorar a aderência da camada de verniz seguinte. No entanto, para proceder a esta lixagem é preciso ter em consideração o tempo de secagem dos produtos em causa pois a lixagem só deve ser feita com o substrato seco. Caso contrário, o verniz pode impregnar a lixa causando empastamento.

2.6 Dureza pelo Método do Lápis

A dureza é a capacidade de uma superfície resistir a agressões externas. Define-se como a resistência que um material oferece a sofrer uma deformação plástica na sua superfície.

Um dos métodos mais utilizados para medir a dureza de um revestimento é a dureza lápis. Este teste é um teste de grande simplicidade muito usado na indústria de tintas e vernizes.

Os lápis usados neste teste são lápis graduados com base na quantidade de grafite na sua composição, numa gama que vai desde o macio ao duro. Um conjunto de lápis completo para realizar este teste compreende vinte lápis, do mais macio ao mais duro na escala 9B-8B-7B-6B-5B-4B-3B-2B-B-HB-F-H-2H-3H-4H-5H-6H-7H-8H-9H.

O lápis H quer dizer “hardness”, o B significa “blackness” e o HB representa uma mistura para lápis duros (“hard”) e escuros (“black”), dependendo da quantidade de grafite em cada um dos lápis. (Simmons, 2000)

Apesar deste ser um teste de fácil execução, os resultados obtidos são fiáveis uma vez que a graduação dos lápis é uniforme (Simmons, 2000). Por outro lado os resultados também podem variar de operador para operador dado que cada um tende a empurrar o lápis de maneira diferente e com uma pressão também diferente (Guevin, 2002).

O teste da dureza lápis é apenas um dos muitos testes que podem ser feitos para avaliar a resistência de um revestimento, pelo que não se deve julgar o revestimento apenas pelo comportamento prestado neste teste. Outros testes como a resistência à abrasão, aderência, impacto, entre outros, deverão ser considerados como um todo para a caracterização de um revestimento.

2.7 Aderência

A aderência é a capacidade de um composto se ligar à superfície do substrato no qual é aplicado resultante de forças de ligação que se estabelecem entre esse composto e o substrato.

Em materiais porosos como a madeira, a ligação mecânica é um mecanismo de adesão importante entre o substrato e o aderente. Este fenómeno significa que o aderente penetrou no substrato enquanto líquido e após endurecimento forma pontes de ancoragem.

Quanto maior a penetração nas microestruturas maior a área de contacto entre o aderente e o substrato e, consequentemente, maior a intensidade das forças de ligação.

Crê-se que as ligações mais duráveis se desenvolvem quando, além de penetrar nas cavidades celulares, o aderente estabelece contacto com os constituintes da madeira. Quando o aderente solidifica ao ponto de resistir a forças que tendem a separá-lo do substrato pode dizer-se que aderente e substrato estão efectivamente ligados.

Os substratos diferem quanto à energia de atracção, à rugosidade e às propriedades químicas. Assim, o aderente ideal deverá ter uma elevada molhabilidade e uma viscosidade que permita penetrar no substrato.

2.8 Levantamento de Pêlo

O levantamento de pêlo acontece aquando do envernizamento devido ao levantamento das fibras de madeira associado ao inchamento das fibras causado pela água presente no produto de acabamento.

2.9 Defeitos de Superfície

O acabamento da madeira é afectado por várias propriedades intrínsecas do material, nomeadamente a densidade, a textura, os extractivos (resinas, óleos e gomas), a humidade e os nós e outros defeitos. Portanto, no envernizamento da madeira podem surgir defeitos originados não só pelo produto de acabamento como também devido às características da superfície da madeira. Algumas madeiras podem trazer problemas, tais como (Martins, D. *Caracterização de Madeiras Exóticas para Acabamento com Vernizes Aquosos*. Tese de Mestrado, FEUP, 2008):

-madeiras resinosas e que contêm matérias gordas, o que origina fraca molhabilidade pelos produtos aquosos;

-madeiras muito densas em que a molhabilidade é deficiente devido à dificuldade de penetração dos produtos;

-madeiras porosas que absorvem demasiado os produtos de acabamento;

-madeiras ácidas que podem interferir com a cura dos produtos;

-madeiras que contêm substâncias solúveis nos produtos aquosos e que podem causar manchas;

-madeiras que apresentam grandes variações de humidade e consequentemente fortes variações dimensionais o que pode causar elevadas tensões no filme.

São vários os defeitos de superfície resultantes da operação de envernizamento, como:

Escorridos – este defeito é percebido imediatamente após a aplicação apresentando a forma de uma acumulação de produto. Ocorre por aplicação de uma camada excessiva do produto, por diluição excessiva, pelo uso de um diluente com secagem lenta, pelo uso da pistola muito próxima da superfície ou mal ajustada ou por se tratar de um produto com viscosidade muita baixa.

Casca de laranja – normalmente ocorre devido a uma aplicação do produto com viscosidade muito elevada, a camadas espessas, a uma pressão de aplicação baixa (usando pistola de pulverização) e ao uso de diluentes com evaporação demasiado rápida.

Crateras – pequenas formações circulares sobre superfícies envernizadas que podem ser causadas pela presença de contaminantes (gorduras, poeiras) no local de pintura e por uma preparação deficiente da superfície. O fenómeno é visível tanto durante a aplicação como depois da película seca.

Empolamento – ocorre devido à presença de óleo ou gordura debaixo do filme, à retenção de solvente e devido a humidade elevada.

Opalescência – é causada pela evaporação demasiado rápida dos diluentes num ambiente demasiado húmido, pela retenção de humidade no filme, pela condensação de água na superfície e pela retenção de solvente no filme (solvente não evaporado).

Fissuração – defeito devido a variações bruscas de temperatura, a um excesso de camada de produto e a incompatibilidades entre os produtos aplicados. Pode ser devido também à falta de elasticidade do filme e a uma elevada humidade da madeira que quando é perdida até

atingir a humidade de equilíbrio, provoca a retracção da madeira. Algumas espécies de madeira têm tensões internas que podem provocar fissuras.

Esfarelamento – provocado por um produto mal homogeneizado e por diluentes demasiado fracos.

Sujidade no filme – devido a um ambiente, produto ou pistola sujos.

Picagem – ocorre pela presença de humidade e por solvente retido no filme.

Marmoreação – deve-se a verniz mal homogeneizado, à acumulação de cargas electrostáticas, a camadas húmidas demasiado espessas e a um ambiente frio.

Despelamento – provocado por um revestimento da camada anterior com produtos não recomendados.

Poro branco – pontos brancos à superfície, resultantes de pequenas bolhas que ficaram no interior da película que são preenchidas com pó resultante da lixagem. Este defeito pode dever-se a presença de cola em excesso (no caso de revestimento com folha de madeira), a humidade excessiva no substrato e a um envernizamento prematuro.

Embaciamento – formação de uma película com aspecto de névoa, irregular e translúcida. Resulta de um produto degradado, de humidade excessiva, de uma mistura de componentes mal executada e da utilização de solventes inadequados.

Fervidos – crateras resultantes do rebentamento de bolhas gasosas formadas no interior da película. Pode dever-se a uma temperatura de secagem demasiado elevada, a uma viscosidade do produto muito elevada ou a uma secagem deficiente da demão anterior.

Enrugamento – película enrugada, irregular e saliente. Pode surgir devido a diferenças térmicas entre o substrato e o produto, a incompatibilidade entre os produtos e a solventes

que atacam a película inferior. Pode também ser originado pela humidade excessiva na madeira ou pela presença de gorduras e óleos na madeira.

Polimento – a película apresenta um aspecto riscado pela passagem de um material duro, como a unha. Este efeito é devido à existência de uma grande quantidade de sílica e ceras na composição do verniz.

2.10 Brilho

O brilho é um fenómeno óptico que descreve a capacidade de uma superfície reflectir a luz.

A necessidade de medir o brilho de um objecto é essencial por uma questão estética em que o aspecto tem um papel relevante como é o caso dos vernizes.

O brilho depende de vários factores como as propriedades da superfície (material, transparência), o tipo de iluminação e o observador. Por ser uma observação sensorial e variar de observador para observador torna-se necessário recorrer a métodos imunes a estas variações.

Existem diferentes graus de brilho.

As superfícies em que o ângulo de reflexão é igual ao ângulo de iluminação são consideradas superfícies brilhantes.

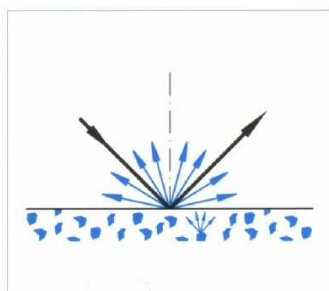



Figura 2.4. Superfície brilhante.

Quando o ângulo é reflectido em várias direcções o brilho diminui sendo as superfícies consideradas mates ou de baixo brilho. Essa diminuição de brilho é tanto maior quantas mais forem as direcções para onde a luz é reflectida.

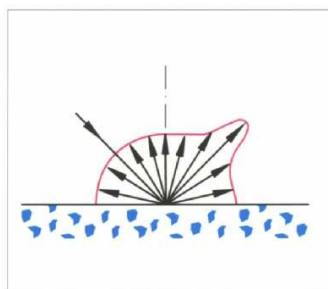



Figura 2.5. Superfície mate.

Conforme se trate de uma superfície brilhante ou de uma superfície mate são diferentes os ângulos com que o seu brilho deve ser medido. Isto porque o ângulo de iluminação influencia a quantidade de luz reflectida e quando se trata de uma superfície mate a luz é reflectida em várias direcções (Figura 2.5) pelo que se torna necessário um ângulo de leitura que permita que toda a quantidade de luz seja detectada.

2.11 Cor

A cor representa uma característica importante da madeira, sendo sinónimo de qualidade e de valor estético.

De acordo com Desh e Dinwoodie (1993), a cor da madeira depende da quantidade de extractáveis (como taninos, fenóis e outros) pelo que esta pode alterar a sua cor original quando sujeita ao calor e à luz e também no processo natural de envelhecimento.

Factores como teor em água, reacções fotoquímicas, anatomia e factores ecológicos são outros condicionantes da cor da madeira.

3 Descrição Técnica

As madeiras utilizadas neste estudo foram: Afzelia, Carvalho, Faia, Jatobá, Mogno, Tola, Castanho, Ipê, Sucupira, Wengé e Mutene. As propriedades destas madeiras estão descritas no Anexo 1 e em Martins, D. *Caracterização de Madeiras Exóticas para Acabamento com Vernizes Aquosos*. Tese de Mestrado, FEUP, 2008.

Foram utilizados vários vernizes para este estudo, cujas propriedades físico-químicas se encontram no Anexo 2, e que são descritos abaixo:

- Vernizes de base solvente

  -verniz Solv 1K bri (verniz monocomponente, brilhante)

  -verniz Solv 2K sat (verniz bicomponente, acetinado)

- Vernizes de base aquosa

  -verniz Aq 1K M/B (verniz monocomponente, meio brilho)

  -verniz Aq 1K bri (verniz monocomponente, brilhante)

  -verniz Aq 2K mat (verniz bicomponente, mate)

  -verniz Aq 2K sat (verniz bicomponente, acetinado)

  -verniz Aq Dec bri (verniz monocomponente, brilhante)

  -verniz Aq Dec sat (verniz monocomponente, acetinado)

  -verniz TP Aq 1K (verniz tapa-poros monocomponente)

3.1 Molhabilidade

De modo a avaliar a molhabilidade das diversas madeiras com os diferentes vernizes foi necessário realizar vários ensaios de medição de ângulos de contacto entre os vernizes e as madeiras.

Para proceder à medição dos ângulos de contacto recorreu-se ao método da gota (*sessile drop method*). Uma gota dos diferentes vernizes a analisar foi dispensada na superfície do provete de cada madeira de dimensões (100 x 20 x 10 mm) usando uma seringa *Hamilton Bondaluz* de 500 µL. A gota tinha um volume de 4 µL e o ângulo de contacto foi medido ao longo do tempo (método estático) e na direcção do fio. Foram medidos, no mínimo, os ângulos de contacto

para três gotas, havendo a preocupação de considerar uma distância suficiente entre gotas para que não houvesse interacção entre elas e entre a gota e os bordos do provete.

A medição dos ângulos de contacto foi realizada recorrendo ao goniómetro *OCA 20* da *Dataphysics* existente no LEPAE (Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente e Energia), FEUP, que usa um sistema de vídeo que permite recolher duas imagens da gota por segundo. O software *OCA 20* ajusta uma curva baseada na equação de Young-Laplace medindo os ângulos de contacto do lado esquerdo e do lado direito da gota, calculando depois o valor médio.

Figura 3.1 Goniómetro *OCA 20* da *Dataphysics*.

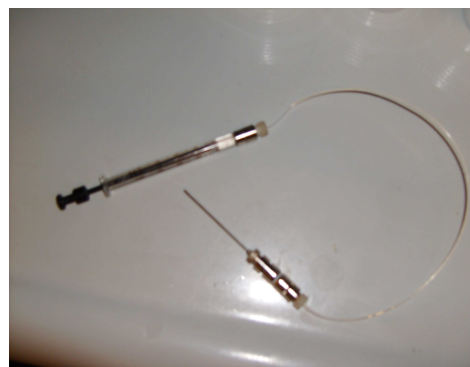



Figura 3.2. Seringa *Hamilton Bondaluz*.

O ângulo de contacto de cada ensaio foi determinado como sendo o valor da ordenada na origem fornecido pela recta formada pela fase de equilíbrio. O valor final foi calculado como sendo a média dos três ensaios.

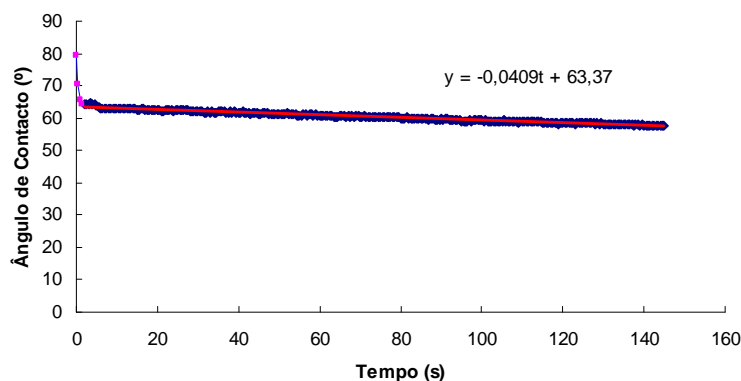



Figura 3.3. Exemplo da determinação do ângulo de contacto para o Castanho com o Verniz Aquoso 1K M/B.

Apesar de serem considerados três ensaios para cada espécie de madeira, perfazendo um total de 351 ensaios, foram realizados muitos mais ensaios devido a problemas de aquisição de dados.

No Anexo 8 está descrito o manual de utilização do goniómetro *OCA 20* da *Dataphysics* para a medição dos ângulos de contacto.

3.2 Lixagem e Envernizamento

Nos ensaios realizados foram usados painéis com dimensões (60 x 24 cm).

De modo a preparar a superfície para os produtos de acabamento realizou-se previamente a lixagem da madeira com lixa de grão 220 recorrendo a uma lixadora mecânica. Após a lixagem foram retiradas as poeiras com ar comprimido.

Depois de preparada a superfície procedeu-se à aplicação dos produtos de acabamento. Foram aplicadas três demãos destes produtos efectuando uma lixagem entre demãos igualmente com lixa de grão 220 e com recurso a uma lixadora mecânica. Também entre demãos se retirou as poeiras recorrendo a ar comprimido.

O envernizamento foi feito de acordo com as especificações de cada produto de acabamento, usando rolo ou trincha. Em todos os vernizes foram dadas duas demãos no mesmo dia e a terceira demão foi dada no dia seguinte de modo a cumprir os tempos de secagem.

Para os produtos de base solvente foi usado um rolo adequado para este tipo de produtos, assim como para os produtos de base aquosa; foi também utilizada uma trincha nas aplicações dos produtos que requerem este tipo de acessório. Todos os rolos foram lavados com água antes de serem utilizados pela primeira vez para que não largassem pêlos durante o envernizamento ou largassem o menor número de pêlos possível.

Foi aplicada uma gramagem de 71±2 g/m^2 em cada painel.

Apresenta-se de seguida o esquema de envernizamento, onde se pode visualizar as diferentes zonas conforme o número de demãos aplicado.

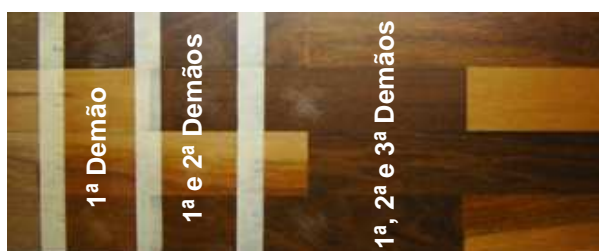



Figura 3.4. Esquema de envernizamento.

3.3 Dureza pelo Método do Lápis

Antes de iniciar o teste deve confirmar-se se o revestimento a testar se encontra limpo e isento de poeiras e numa superfície horizontal firme. Este teste foi realizado segundo a norma ISO 15184 utilizando um equipamento *Erichsen*.

O conjunto de lápis utilizado é constituído por 16 lápis: 6B-5B-4B-3B-2B-B-HB-F-H-2H-3H-4H-5H-6H-7H-8H.

Para efectuar este teste começa-se por escolher o lápis mais macio do conjunto de lápis. Insere-se o lápis no suporte a um ângulo de 45º (Figura 3.5) e empurra-se na direcção oposta à do operador a uma velocidade constante durante pelo menos 7 mm.

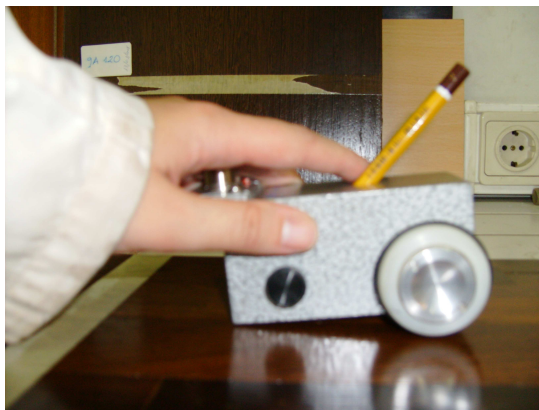



Figura 3.5. Determinação da dureza lápis.

Se o lápis não riscou a superfície, repete-se o procedimento com um lápis cada vez mais duro até que ocorra risco. Depois de tal acontecer, repete-se o procedimento do início, mas desta vez a partir do lápis mais duro até que o lápis não risque a superfície de modo a verificar se os resultados são concordantes.

A dureza lápis corresponde à dureza do lápis anterior àquele que provoca risco.

Foram realizados ensaios em duplicado para cada lápis, na direcção de aplicação do verniz.

3.4 Aderência pelo Método da Quadrícula

O teste da aderência à quadrícula é utilizado para caracterizar a aderência dos revestimentos ao substrato no qual são aplicados. Este teste foi realizado de acordo com a norma ISO 2409 utilizando o equipamento *Elcometer*.

O teste à aderência consiste em efectuar um conjunto de seis cortes utilizando um instrumento cortante com o espaçamento adequado entre cada corte conforme se trate se substratos duros ou macios (2 mm no caso da madeira). Os cortes devem ser feitos a 45º da direcção do fio, com uma velocidade constante e devem penetrar até ao substrato. Deve repetir-se a operação fazendo cortes adicionais e em igual número cruzando os anteriores a 90º de modo a obter uma quadrícula.

Figura 3.6. Determinação da aderência à quadrícula.

De seguida limpa-se a superfície. Aplica-se a fita-cola e retira-se com um único movimento. Examina-se a fita-cola e avalia-se o aspecto da quadrícula em termos da quantidade de destacamento de verniz do provete de acordo com classificação sugerida pela norma ISO.

Foram realizados três ensaios em zonas diferentes de cada painel. Caso os resultados dos três ensaios diferirem em um grau de classificação ou mais, o teste deve ser repetido noutras três zonas.

3.5 Levantamento de Pêlo

A superfície a analisar deverá ser limpa com um pano macio de forma a eliminar o pó e outras sujidades. De seguida realiza-se um teste táctil à superfície avaliando o grau de levantamento de pêlo. Foi criada uma escala de levantamento de pêlo para esse efeito.

3.6 Defeitos de Superfície

A superfície a analisar deverá ser observada em vários ângulos, rodando-a se for necessário. Para avaliar a quantidade de defeitos de superfície presentes recorreu-se à norma ISO 4628-1.

Esta norma apresenta uma escala de classificação da quantidade de defeitos observáveis.

3.7 Brilho

Antes de iniciar o teste deve confirmar-se se o objecto onde se vai medir o brilho se encontra isento de poeiras e sem riscos. Este ensaio foi realizado segundo a norma ISO 2813 utilizando um medidor de brilho *Novo-Gloss*.

De seguida deve calibrar-se o medidor de brilho. Para isso deve ser usado um vidro cujo brilho especular é 100 unidades de brilho (U.B.) como padrão e que deve estar isento de poeiras, impressões digitais e riscos.

Torna-se agora necessário escolher a geometria de medida adequada para os diferentes graus de brilho.

Assim, de acordo com a norma ISO 2813, começa-se por ler o brilho a 60º no objecto em estudo na direcção perpendicular à direcção de aplicação do verniz. Se o valor obtido for superior a 70 unidades de brilho, a medição deverá ser feito com um ângulo de 20º; se o valor obtido for inferior a 10 unidades de brilho, deverá ler-se a 85º.

Figura 3.7. Determinação do brilho.

Devem considerar-se seis leituras para o mesmo ensaio em diferentes locais, registando-se o valor de todos os ensaios, o valor médio e os extremos máximo e mínimo.

O brilho foi lido após a aplicação de três demãos dos produtos em estudo.

De seguida apresenta-se um esquema indicativo dos diferentes locais de leitura do brilho.

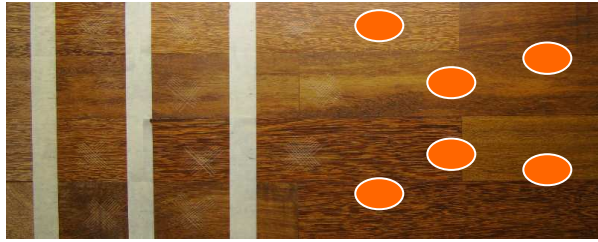



Figura 3.8. Esquema de leitura do brilho.

3.8 Cor

A cor proporcionada pela aplicação dos diversos vernizes foi avaliada visualmente comparando a sua aplicação nas diversas madeiras numa câmara de luz com iluminação natural.

4 Resultados e Discussão

As madeiras utilizadas nestes ensaios encontravam-se devidamente estabilizadas e a sua humidade varia entre 10 % e 14 %. (Martins, D. *Caracterização de Madeiras Exóticas para Acabamento com Vernizes Aquosos*. Tese de Mestrado, FEUP, 2008)

4.1 Molhabilidade

Nas figuras seguintes são apresentados os valores do ângulo de contacto de cada madeira em função de cada verniz estudado. Estes valores foram calculados a partir da fase de equilíbrio como já foi dito no capítulo 3.1.

No Anexo 3 encontra-se registado os valores do ângulo de contacto dos três ensaios realizados para cada espécie de madeira e respectivos vernizes, assim como a média e o desvio padrão.

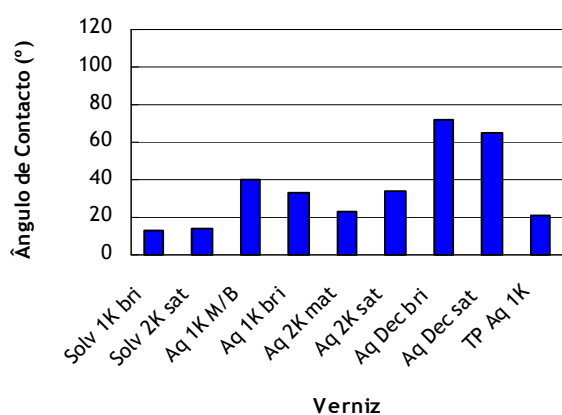



Figura 4.1 Ângulos de contacto para a Afzelia. **Figura 4.2.** Ângulos de contacto para o Carvalho.

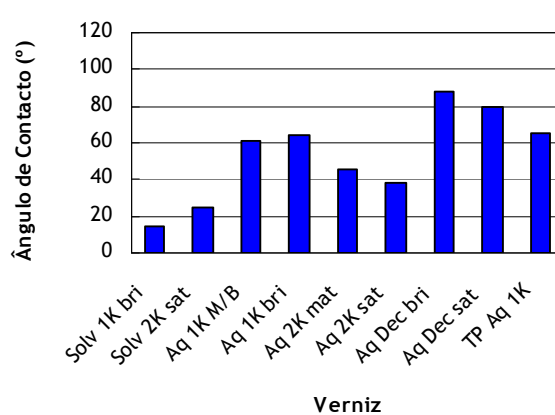
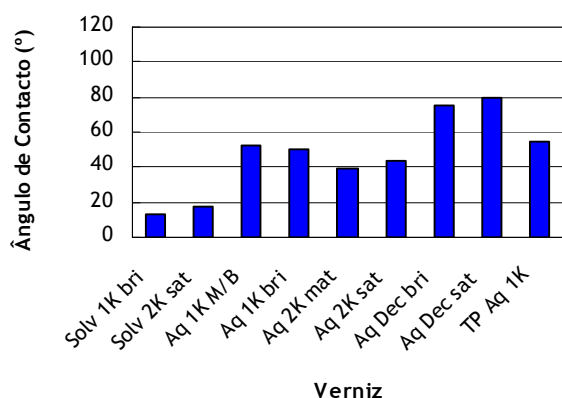



Figura 4.3. Ângulos de contacto para a Faia. **Figura 4.4.** Ângulos de contacto para o Jatobá.

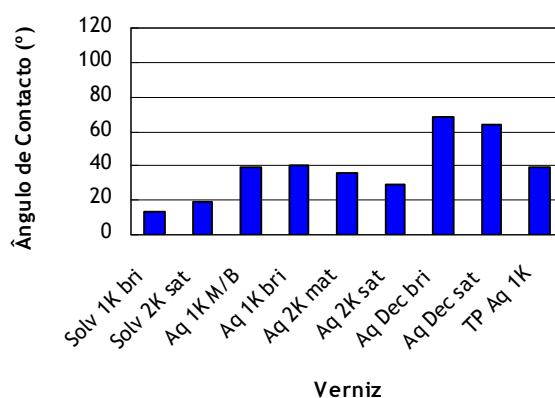
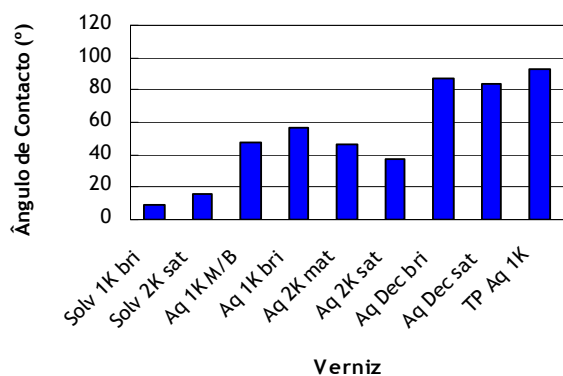



Figura 4.5. Ângulos de contacto para o Mogno. **Figura 4.6.** Ângulos de contacto para a Tola.

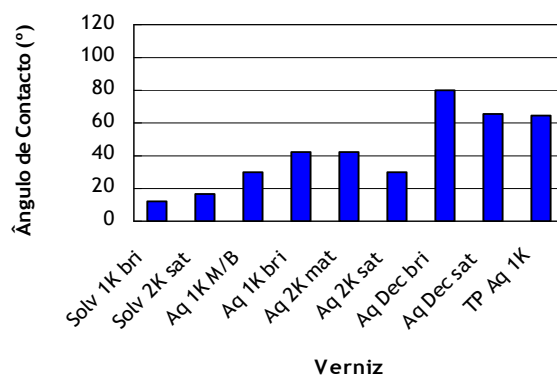
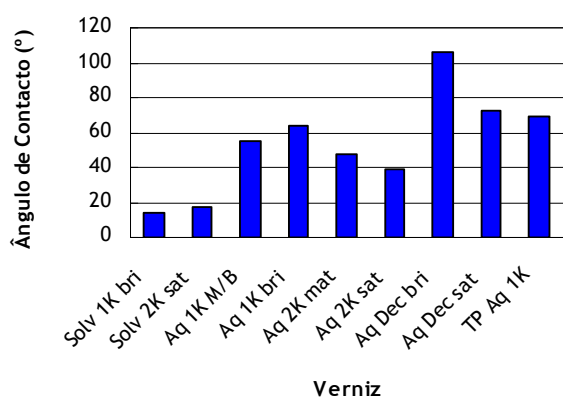



Figura 4.7. Ângulos de contacto para o Castanho. **Figura 4.8.** Ângulos de contacto para o Ipê.

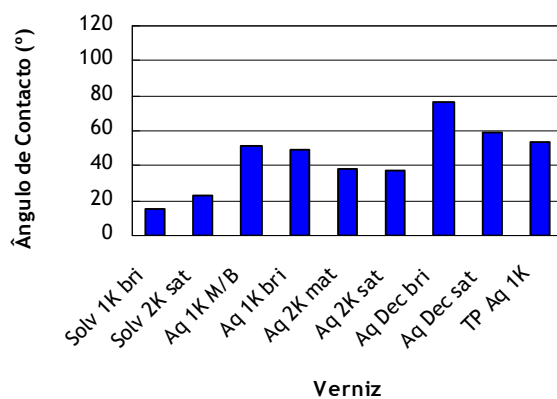
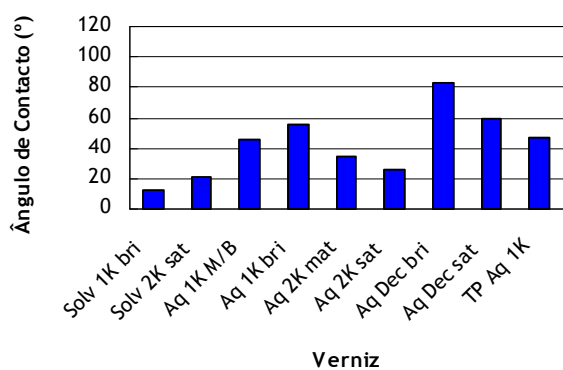



Figura 4.9. Ângulos de contacto para a Sucupira. **Figura 4.10.** Ângulos de contacto para o Wengé.

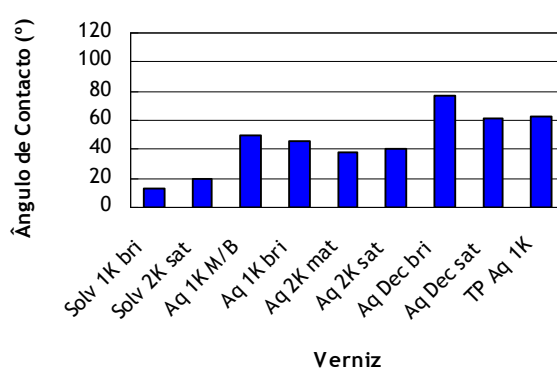
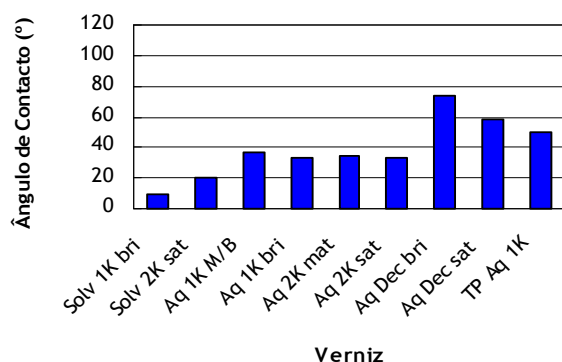



Figura 4.11. Ângulos de contacto para o Mutene.

Como se pode verificar pelos resultados obtidos, os vernizes de base solvente são aqueles que apresentam um menor ângulo de contacto, ou seja, uma maior molhabilidade.

Pelo contrário, os vernizes Aq Dec bri e Aq Dec sat são aqueles que apresentam uma menor molhabilidade para todas as madeiras. Este facto deverá dever-se à constituição química destes vernizes o que condicionará o estabelecimento de forças intermoleculares.

De notar também a tendência para uma maior molhabilidade dos vernizes Aq 2K sat e Aq 2K mat (vernizes de dois componentes) quando comparados com os vernizes Aq 1K bri e Aq 1K M/B (vernizes de um componente). Esta diferença poderá estar relacionada com propriedades químicas dos próprios vernizes, assim como com o endurecedor utilizado nos vernizes de dois componentes e também com as cargas utilizadas nestes dois tipos de vernizes.

4.2 Dureza pelo Método do Lápis

Na tabela seguinte são apresentados os resultados obtidos no teste da dureza pelo método do lápis. As tabelas correspondentes às restantes espécies de madeira encontram-se no Anexo 4.

Tabela 4.1. Dureza lápis para a Afzelia.

Verniz	*Dureza Lápis*			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	B	B	B	3H
Solv 2K sat	F	B	HB	H
Aq 1K M/B	F	F	HB	
Aq 1K bri	5H	3H	5H	
Aq 2K mat	F	F	H	
Aq 2K sat	F	HB	3H	
Aq Dec bri	F	H	F	
Aq Dec sat	F	B	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	6H	3H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	6H	5H	5H	

Relativamente aos vernizes de base solvente, a dureza lápis foi verificada também após quinze dias ao contrário dos outros vernizes. Isto deve-se ao facto destes vernizes atingirem o máximo das suas capacidades a partir deste período de tempo.

Verifica-se que o que apresenta maior dureza lápis é o verniz Solv 1K bri, verniz monocomponente.

Em relação aos vernizes aquosos de um componente, o que apresenta maior dureza lápis é o verniz Aq 1K bri; no que diz respeito aos vernizes aquosos de dois componentes o que tem uma maior dureza lápis é o verniz Aq 2K sat.

Relativamente aos vernizes Aq Dec bri e Aq Dec sat, o que tem uma maior dureza lápis é o Aq Dec sat. No entanto, com a aplicação de tapa poros, a dureza lápis do verniz Aq Dec bri aumenta igualando a do Aq Dec sat nas mesmas condições.

Em termos globais, os vernizes que apresentam maior dureza lápis são os Aq Dec sat, Aq Dec bri com tapa poros e Aq Dec sat com tapa poros.

4.3 Aderência pelo Método da Quadrícula

O grau de aderência à quadrícula é representado pela escala seguinte:

0-1-2-3-4-5

Em que "0" significa uma aderência muito boa e "5" representa uma aderência muito má.

Nas figuras seguintes apresenta-se os resultados relativos ao teste da aderência pelo método da quadrícula.

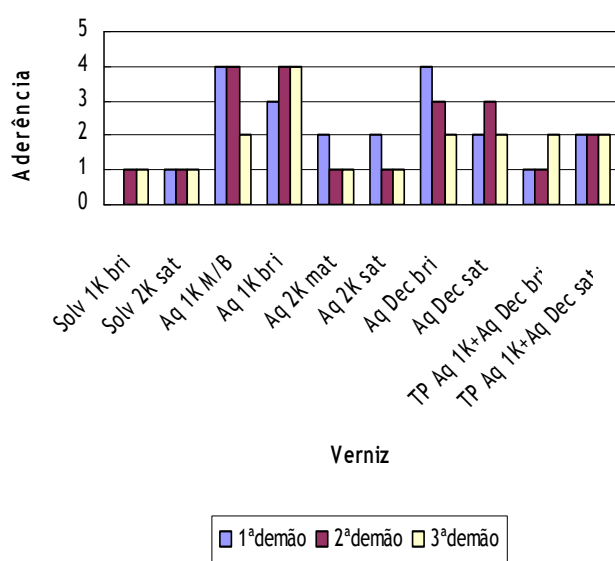



Figura 4.12. Aderência para a Afzelia.

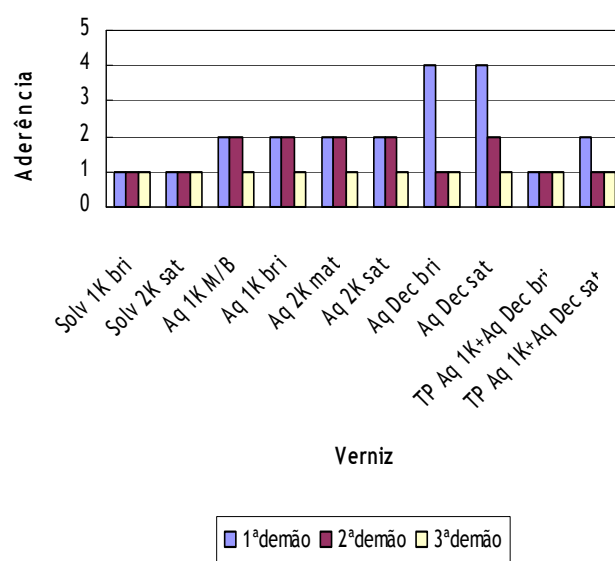



Figura 4.13. Aderência para o Carvalho.

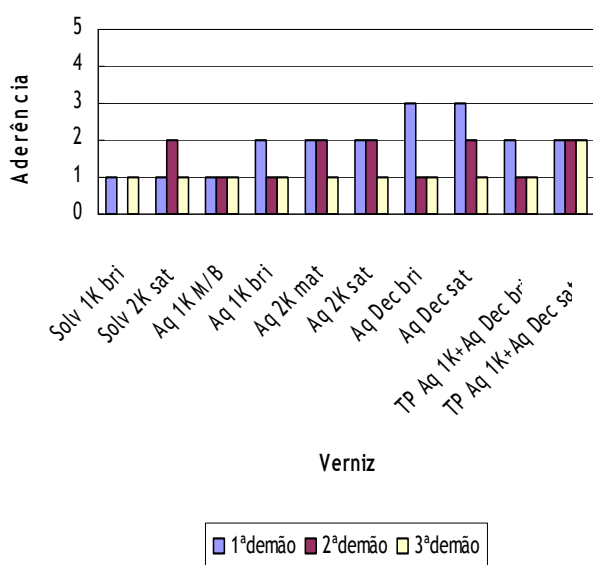



Figura 4.14. Aderência para a Faia.

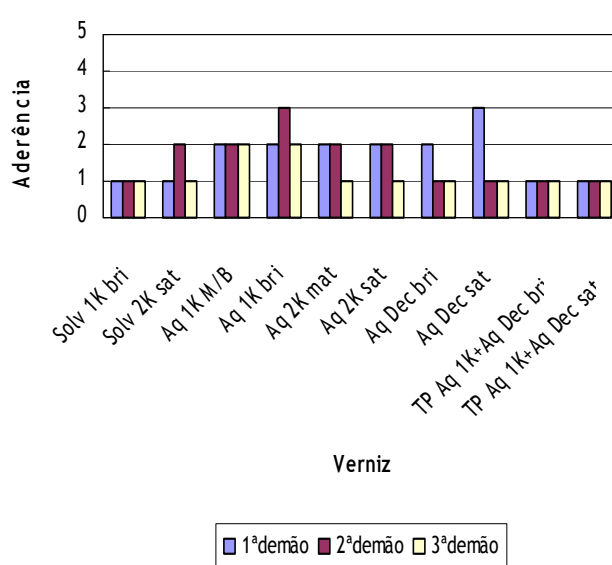



Figura 4.15. Aderência para o Jatobá.

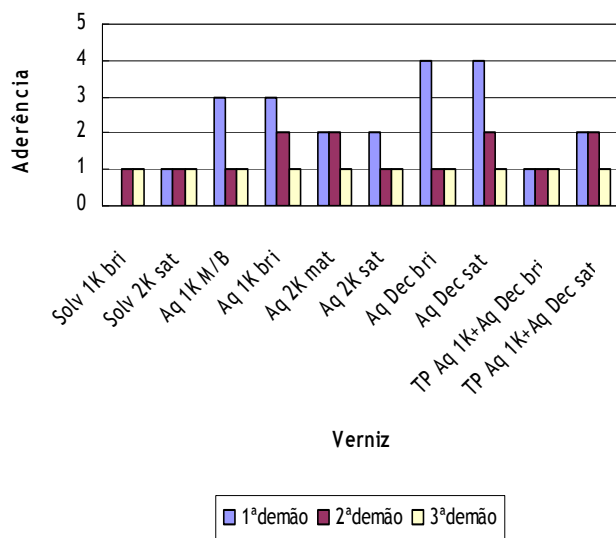



Figura 4.16. Aderência para o Mogno.

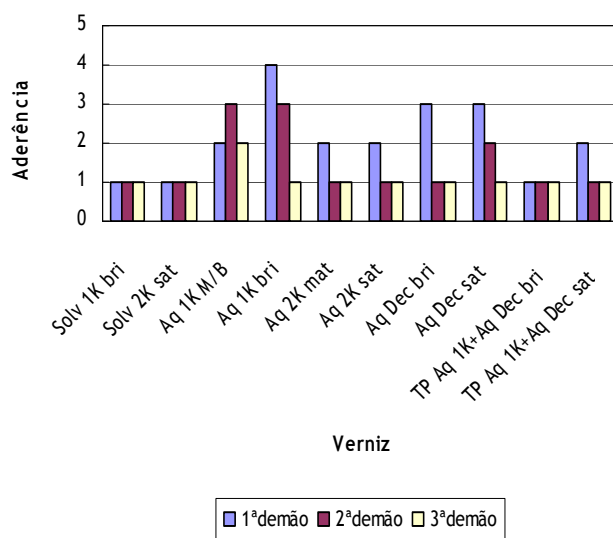



Figura 4.17. Aderência para a Tola.

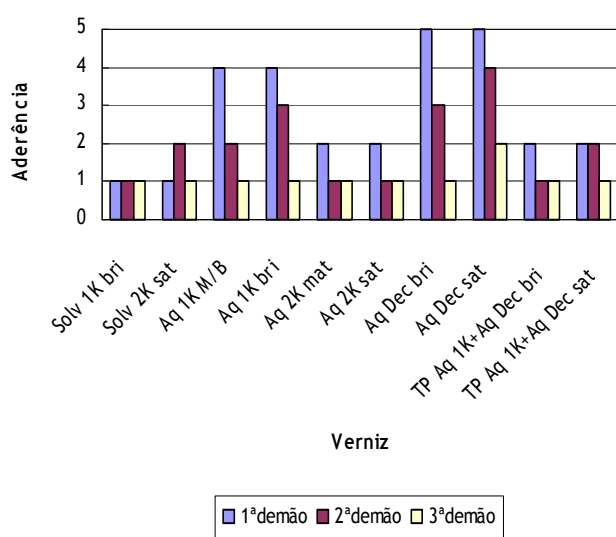



Figura 4.18. Aderência para o Castanho.

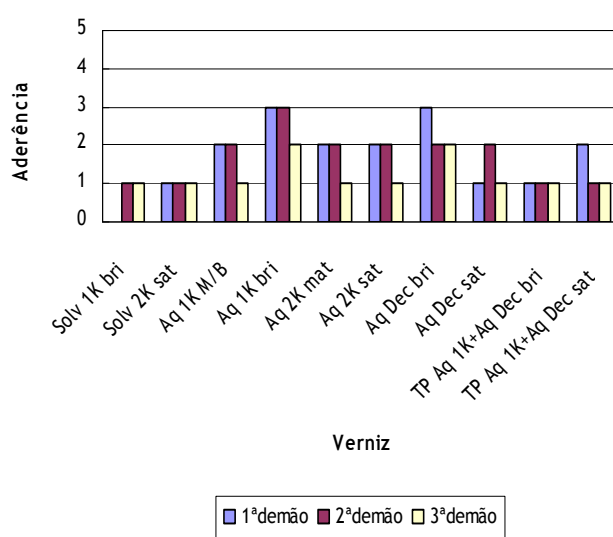



Figura 4.19. Aderência para o Ipê.

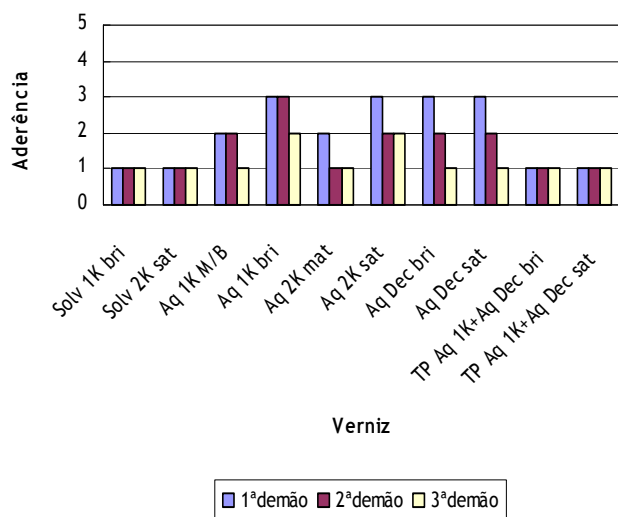



Figura 4.20. Aderência para a Sucupira.

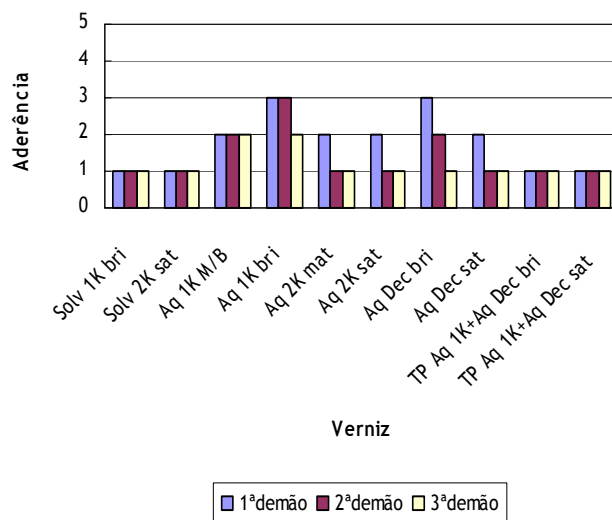



Figura 4.21. Aderência para o Wengé.

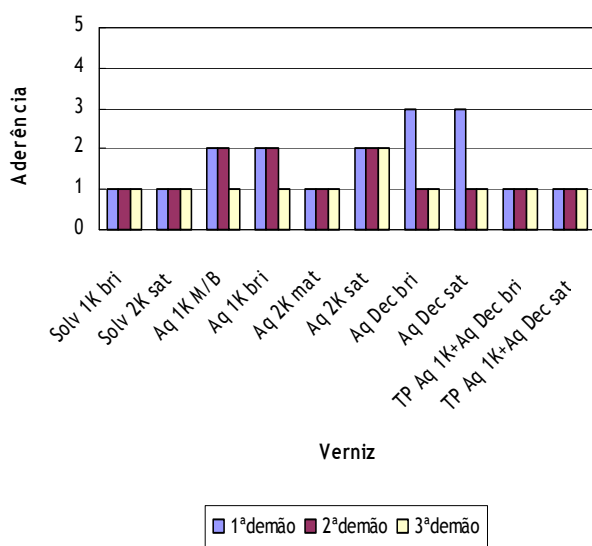



Figura 4.22. Aderência para o Mutene.

Através da análise dos resultados obtidos pode observar-se que a aderência tende a melhorar ao longo do número de demãos aplicado ou então, quando já se verifica um bom nível de aderência, esta tende a manter-se.

Relacionando os resultados da aderência com os resultados da molhabilidade, nota-se que, para a maior parte dos casos, uma menor molhabilidade está associada a uma pior aderência

na 1ª demão (são estabelecidas ligações fracas entre madeira e verniz), como se pode ver na figura seguinte.

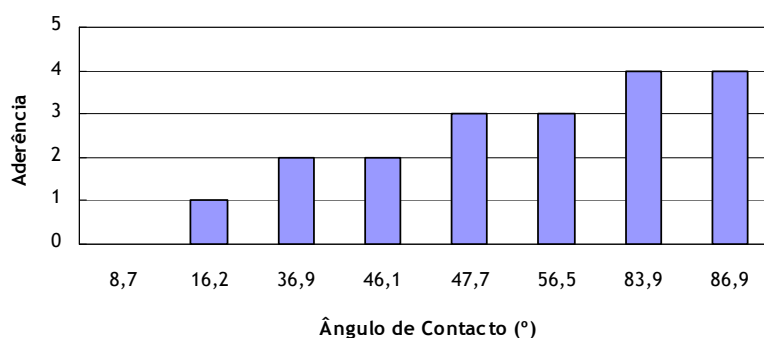



Figura 4.23. Aderência vs ângulo de contacto para o Mogno para os vernizes estudados.

4.4 Levantamento de Pêlo

Para quantificar o grau de levantamento de pêlo foi necessário criar uma escala. Esta é composta por cinco graus, como se pode ver abaixo:

0-1-2-3-4

Um levantamento de pêlo de grau "0" significa que a superfície em estudo é muito macia (sem levantamento de pêlo); o grau "1" significa que a superfície é macia (sem levantamento de pêlo); o grau "4" significa que a superfície é muito áspera (muito levantamento de pêlo).

São agora apresentados os resultados obtidos para o levantamento de pêlo.

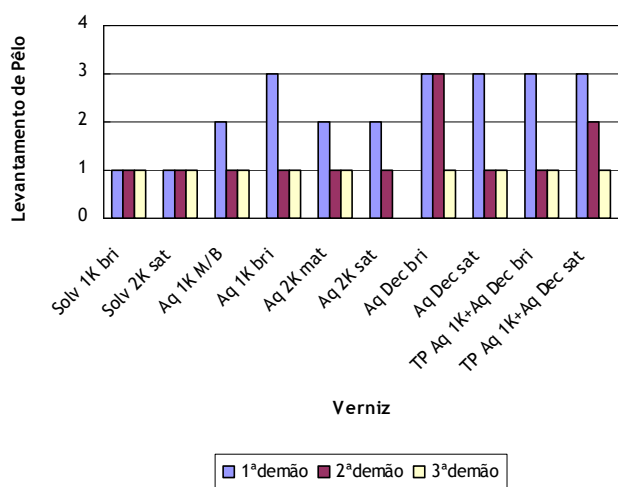



Figura 4.24. Levantamento de pêlo para a Afzelia.

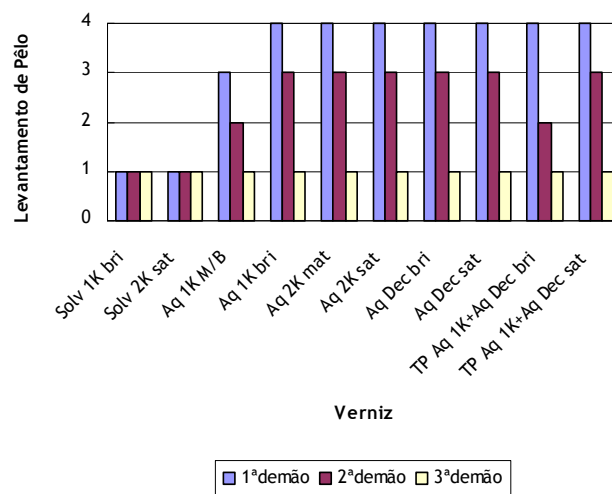



Figura 4.25. Levantamento de pêlo para o Carvalho.

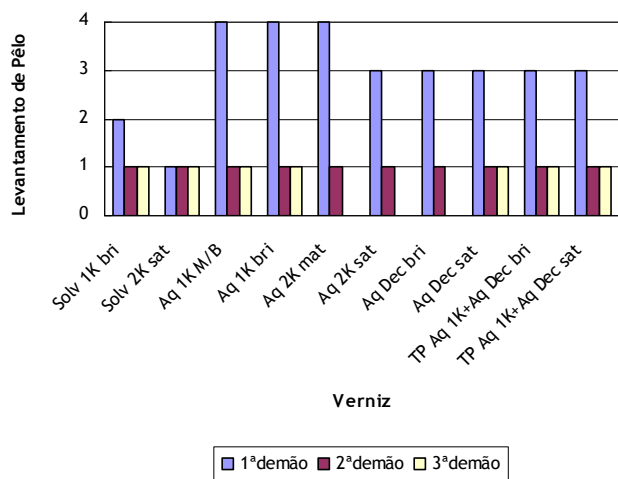



Figura 4.26. Levantamento de pêlo para a Faia.

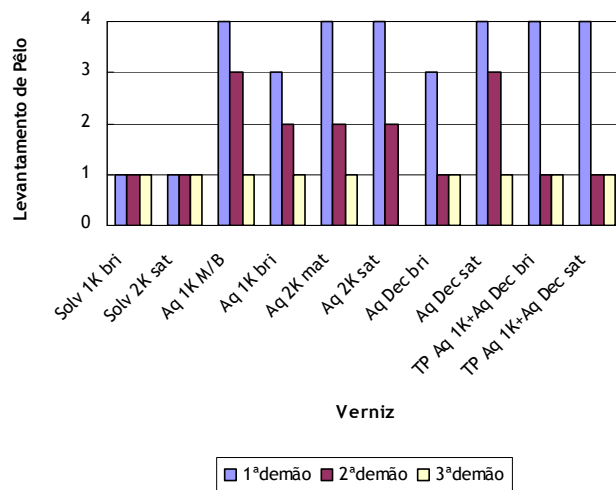



Figura 4.27. Levantamento de pêlo para o Jatobá.

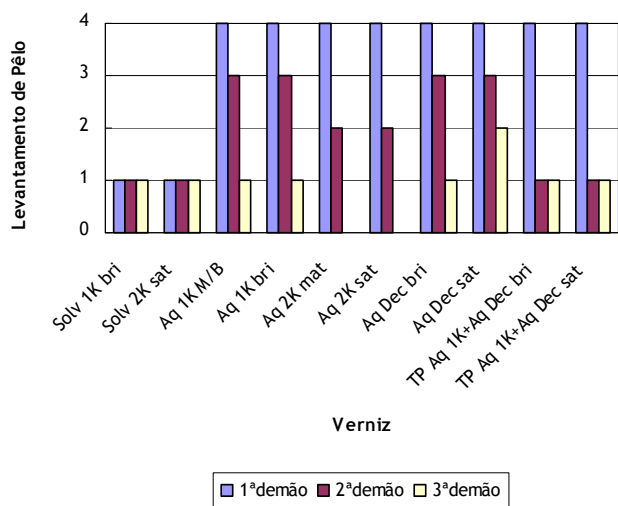



Figura 4.28. Levantamento de pêlo para o Mogno.

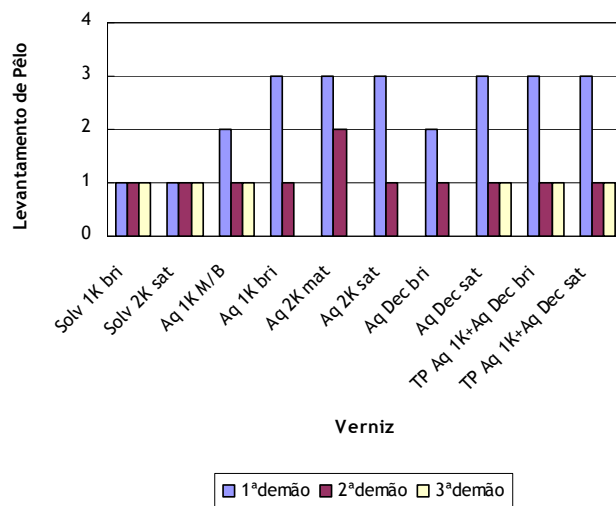



Figura 4.29. Levantamento de pêlo para a Tola.

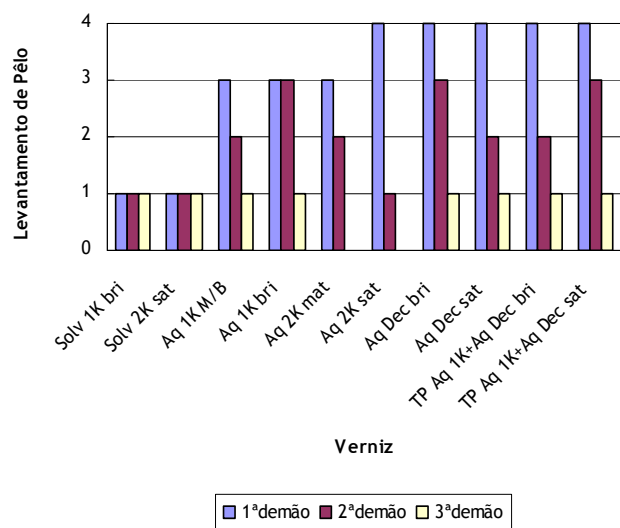



Figura 4.30. Levantamento de pêlo para o Castanho.

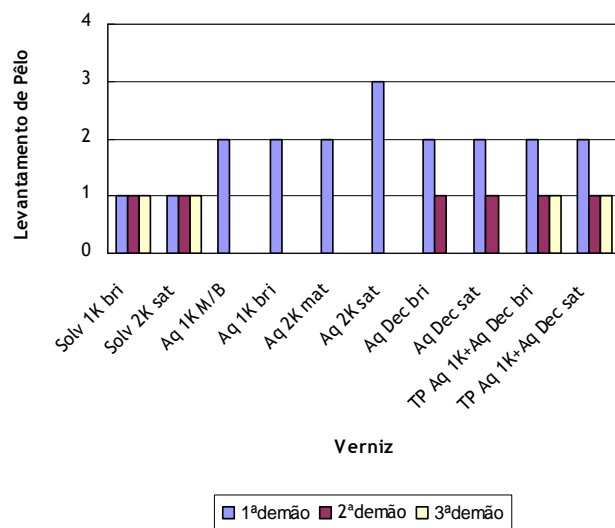



Figura 4.31. Levantamento de pêlo para o Ipê.

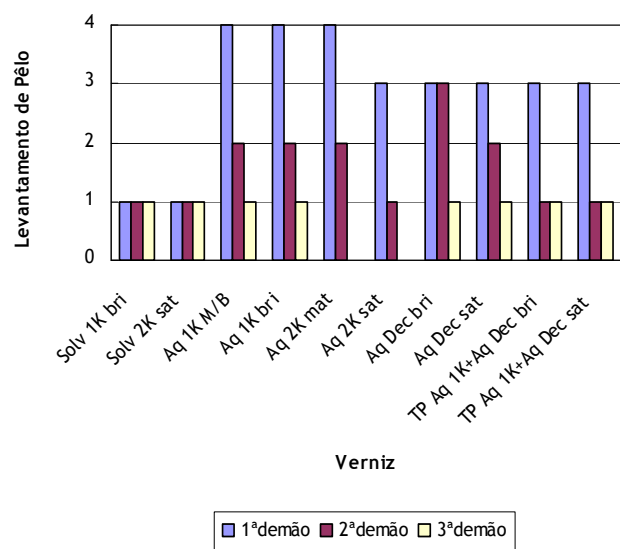



Figura 4.32. Levantamento de pêlo para a Sucupira.

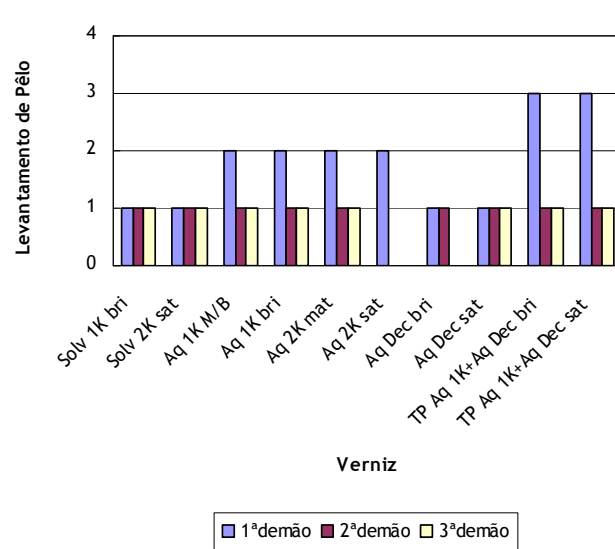



Figura 4.33. Levantamento de pêlo para o Wengé.

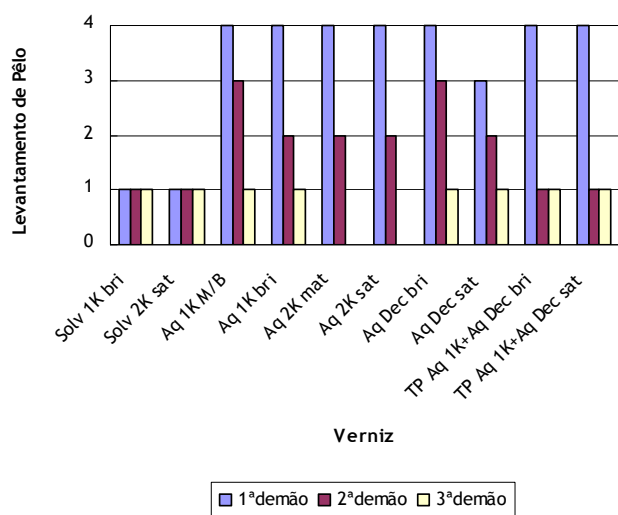



Figura 4.34. Levantamento de pêlo para o Mutene.

Verifica-se pelos resultados obtidos que os vernizes de base aquosa provocam um levantamento de pêlo considerável. No entanto, para cada espécie de madeira existem vernizes que provocam um maior levantamento de pêlo do que outros, como é o caso do Mogno que apresenta um grande levantamento de pêlo e do Ipê que apresenta um menor levantamento de pêlo.

Como seria de esperar, após a aplicação de três demãos de verniz, não se verifica levantamento de pêlo.

4.5 Defeitos de Superfície

De seguida é apresentada a tabela com os resultados relativos aos defeitos de superfície para a Afzelia.

A classificação envolve uma escala de 0 a 5, em que “0” significa a ausência de defeitos de superfície e “5” significa um número muito elevado destes defeitos (ISO 4628-1).

As tabelas relativas às restantes espécies encontram-se no Anexo 5.

Tabela 4.2. Defeitos de superfície para a Afzelia.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras 1	Crateras 3	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 2	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras 1	Crateras 2	Picos 1
Aq 1K bri	Crateras e Picos 4	Picos 3	Picos 4
Aq 2K mat	Polimento; picos 1	Polimento	Polimento; picos 1
Aq 2K sat	Polimento; picos 1	Polimento; picos 1	Polimento; picos 1
Aq Dec bri	Picos 3	Crateras e Picos 4	Crateras e Picos 3
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Crateras e Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Crateras e Picos 4	Crateras e Picos 3

Verifica-se que os vernizes de base solvente são os que apresentam maior quantidade de defeitos de superfície. Isto deve-se à retenção de solvente como consequência de uma secagem mais lenta por parte destes vernizes.

4.6 Brilho

Tal como foi dito no capítulo 3.7 o brilho é medido a diferentes graus conforme o valor obtido na leitura a 60º.

- ✓ Os vernizes Solv 1K bri e Solv 2K sat foram medidos a 20º
- ✓ Os vernizes Aq 1K M/B, Aq 1K bri, Aq Dec bri, Aq Dec sat, TP Aq 1K + Aq Dec bri e TP Aq 1K + Aq Dec sat foram medidos a 60º
- ✓ Os vernizes Aq 2K mat e Aq 2K sat foram medidos a 85º

Apresenta-se de seguida os valores do brilho obtidos.

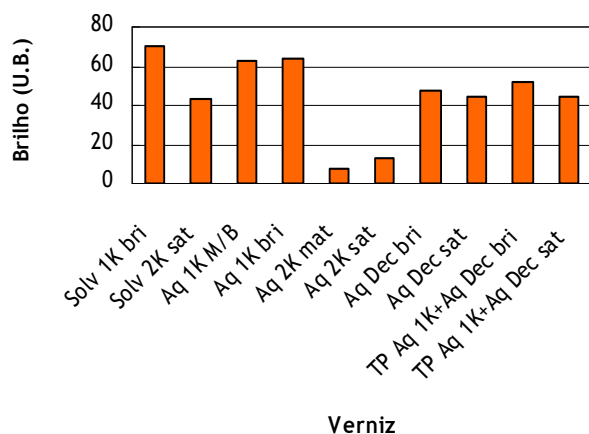



Figura 4.35. Brilho para a Afzelia.

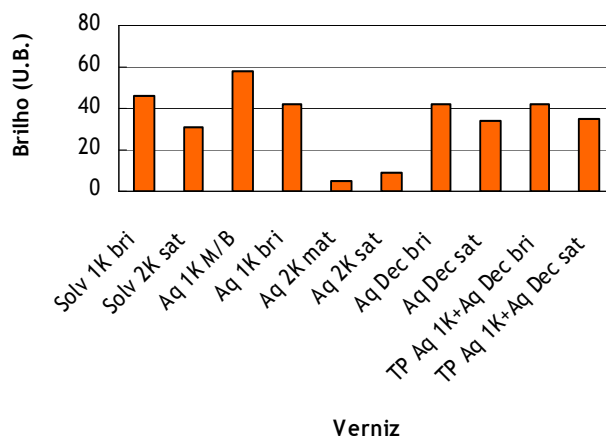



Figura 4.36. Brilho para o Carvalho.

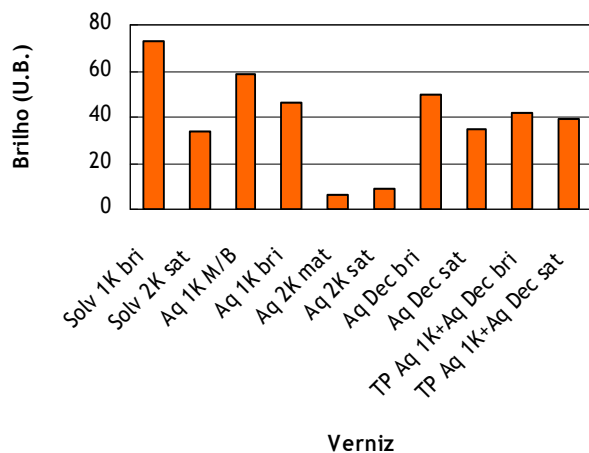



Figura 4.37. Brilho para a Faia.

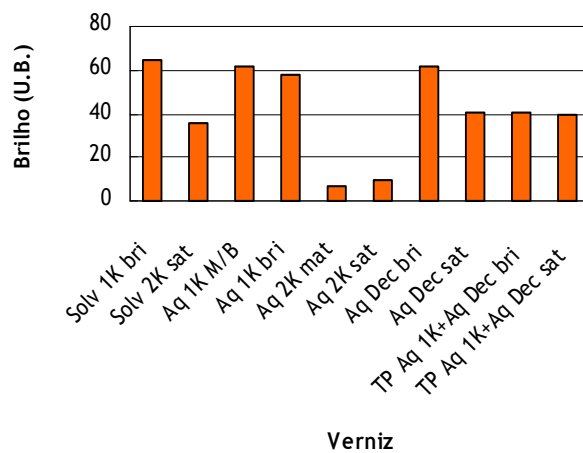



Figura 4.38. Brilho para o Jatobá.

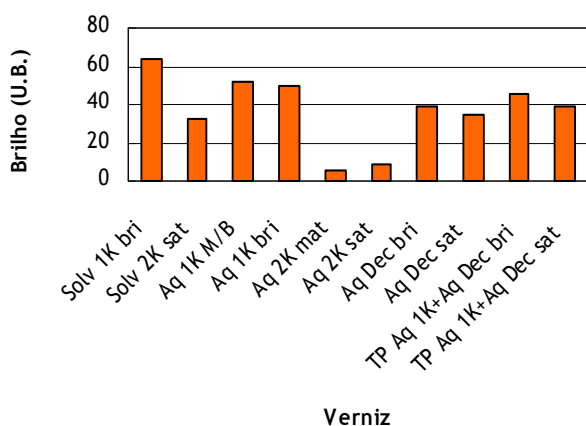



Figura 4.39. Brilho para o Mogno.

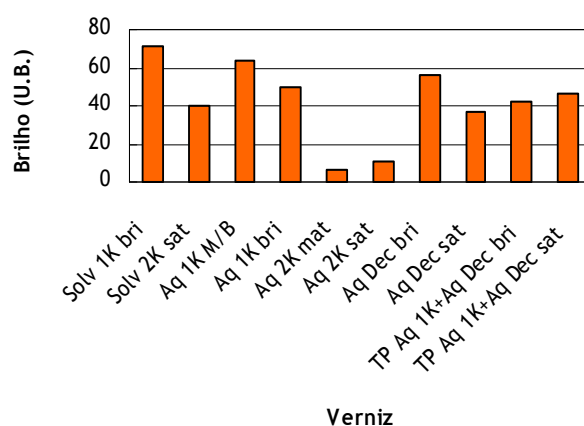



Figura 4.40. Brilho para a Tola.

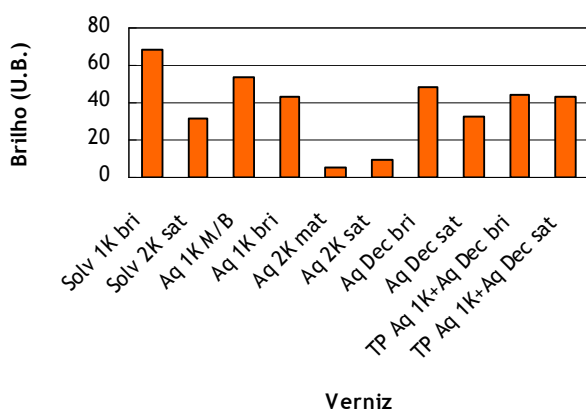



Figura 4.41. Brilho para a Castanho.

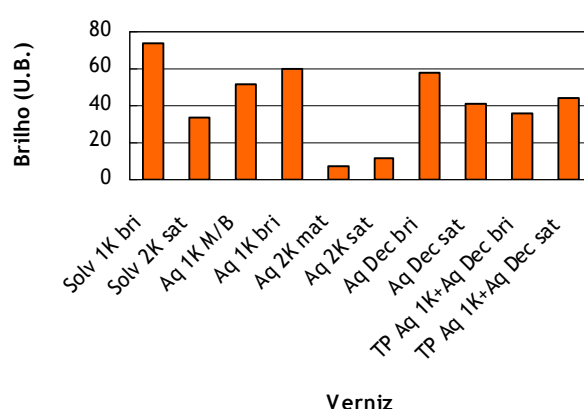



Figura 4.42. Brilho para o Ipê.

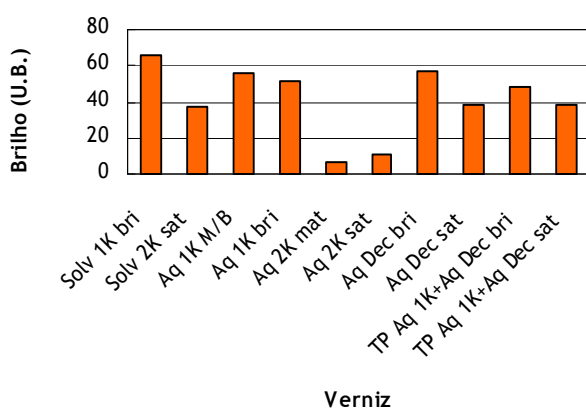



Figura 4.43. Brilho para a Sucupira.

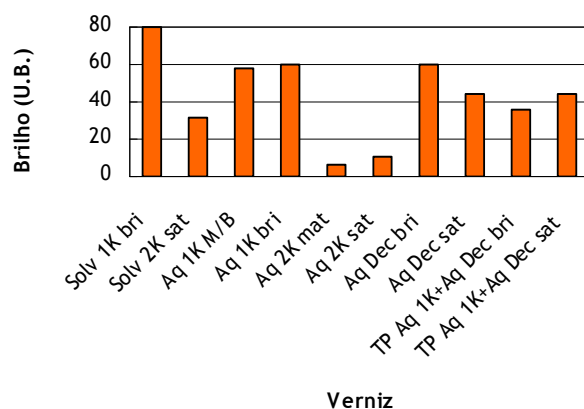



Figura 4.44. Brilho para o Wengé.

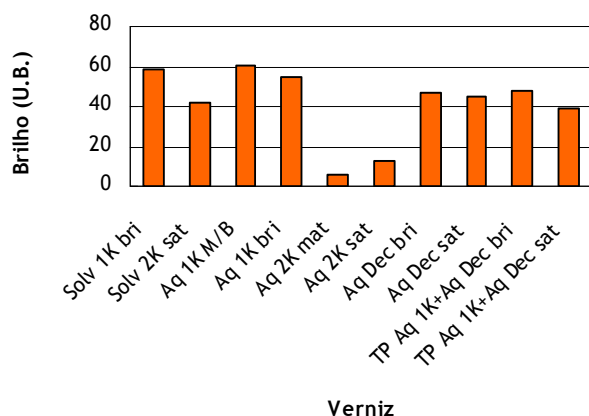



Figura 4.45. Brilho para o Mutene.

Ao contrário do que seria esperado, o verniz brilhante Aq 1K bri apresenta menor brilho que o verniz de meio brilho Aq 1K M/B para todas as madeiras, excepto para a Afzélia, Ipê e Wengé. Isto poderá significar que um dos vernizes não se encontrasse em boas condições de aplicabilidade.

Relativamente aos vernizes de dois componentes, o verniz acetinado Aq 1K sat apresenta maior brilho que o verniz mate Aq 2K mat como seria esperado. No entanto, os valores obtidos não diferem significativamente.

O mesmo acontece em relação ao verniz brilhante Aq Dec bri e ao verniz acetinado Aq Dec sat em que os valores de brilho são muito semelhantes para os dois vernizes na Afzélia, Mogno e Mutene.

A aplicação de tapa poros altera o brilho do verniz aplicado. No entanto, essa alteração não é constante, havendo espécies de madeira em que o brilho aumenta e outras em que o brilho diminui.

4.7 Cor

Os vernizes Solv 1K bri e Solv 2K sat conferem às madeiras uma tonalidade alaranjada/avermelhada.

Por seu turno, os vernizes Aq 1K M/B e Aq 1K bri proporcionam um tom esverdeado assim como os vernizes Aq Dec bri, Aq Dec sat, TP Aq 1K + Aq Dec bri e TP Aq 1K + Aq Dec sat.

Os vernizes Aq 2K mat e Aq 2K sat conferem uma tonalidade esverdeada/ amarelada.

No Anexo 7 encontram-se as fotografias de todas as madeiras para cada verniz aplicado.

5 Conclusões

A realização deste trabalho permitiu obter informação acerca do comportamento de vernizes aquosos produzidos pela CIN em madeiras exóticas.

Assim, para cada espécie de madeira estudada é agora possível aconselhar o melhor verniz conforme as necessidades requeridas.

A molhabilidade permite prever o comportamento dos diversos vernizes na madeira, especialmente em termos de aderência. Analisando os resultados obtidos verifica-se a existência de uma relação entre a molhabilidade e a aderência. Uma menor molhabilidade contribui para uma pior aderência no que diz respeito ao contacto directo entre verniz e madeira.

A dureza pelo método do lápis quantifica a resistência de um substrato a agressões externas. Esta resistência varia conforme a madeira e o verniz aplicado e não existe nenhuma relação com qualquer propriedade estudada.

A aderência pelo método da quadrícula tende a melhorar com o número de demãos aplicado, assim como o levantamento de pêlo tende a diminuir.

Os vernizes de base solvente apresentam mais defeitos de superfície que os vernizes de base aquosa devido a tempos de secagem mais longos.

Diferentes vernizes conferem diferentes graus de brilho como seria de esperar. No entanto, o verniz Aq 1K bri apresenta um brilho inferior ao verniz Aq 1K M/B, o que poderá significar que um destes vernizes não estivesse nas condições de aplicabilidade apropriadas.

Seria esperada uma relação entre as características das madeiras e propriedades como a molhabilidade, a dureza lápis, a aderência à quadricula, o levantamento de pelo e os defeitos de superfície. Na prática estas relações não se verificaram, excepto a relação entre a mohabilidade e aderência.

6 Avaliação do Trabalho Realizado

6.1 Objectivos Realizados

Os objectivos deste trabalho eram o estudo do envernizamento de diferentes espécies de madeiras exóticas com vernizes aquosos. Para tal foram verificadas várias propriedades: molhabilidade, dureza pelo método do lápis, aderência pelo método da quadrícula, levantamento de pêlo, defeitos de superfície, brilho e cor.

Todos os objectivos foram cumpridos durante o período em que decorreu o projecto.

6.2 Limitações e Trabalho Futuro

As principais limitações sentidas foram a demora na obtenção das madeiras para estudo. No entanto, tal facto acabou por não se revelar prejudicial uma vez que, mesmo perante tais condições, consegui cumprir os prazos relativos ao projecto.

Num panorama futuro penso que seria importante a continuação deste projecto, nomeadamente através do estudo de outras propriedades como a resistência à abrasão e a resistência a agressões químicas ao verniz.

6.3 Apreciação Final

A realização deste projecto revelou-se como uma experiência bastante importante uma vez que permitiu um contacto próximo com o mundo da indústria e também a aquisição de conhecimentos na área dos produtos de acabamento e da madeira.

Referências

- Allen, S. *The Wood Finisher´s Handbook*. Sterling Publishin Co., Inc, New York, 2006

- Forest Products Laboratory. *Wood Handbook-Wood as an Engineering Material*. US Department of Agriculture.

- Gibbia, S.W. *Acabados de la Madera*. Ceac, Barcelona, 1993.

- Halpern, Arthur M. *Experimental Physical Chemistry: A Laboratory Textbook*, 2nd Edition. Prentice Hall Ed, 1997.

- Hiemenz, Paul C., Rajagopalan, R. *Principles of Colloid and Surface Chemistry*, 3rd Edition. Marcel Dekker, 1997.

- Holmberg, K. *Handbook of Applied Surface and Colloid Chemistry*. John Wiley & Sons, 2002.

- ISO 15184 – Tintas e Vernizes. Determinação da dureza da película. Método do lápis.

- ISO 2409 – Tintas e Vernizes. Apreciação da aderência (método da quadrícula).

- ISO 2813 – Tintas e Vernizes. Determinação do brilho especular de revestimentos por pintura não-metálicos a 20º, 60º e 85º.

- Levine, Ira N. *Physical Chemistry*, 3rd Edition. McGraw Hill, New York, 1998.

- Lorenzi, H. Árvores *Exóticas: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil*, 4ª Edição, Volume 1. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Brasil, 2002.

- Lorenzi, H. Árvores *Exóticas: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil* , 2ª Edição, Volume 2. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Brasil, 2002.

- Lorenzi, H.*et al*. Árvores Exóticas no Brasil: Madeireiras, Ornamentais e Aromáticas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Brasil, 2003.

- Martins, D. *Caracterização de Madeiras Exóticas para Acabamento com Vernizes Aquosos*. Tese de Mestrado, FEUP, 2008.

- Mittal, K.L. *Contact Angle, Wettability and Adhesion,* Volume 3. VSP, 2003.

- Mittal, K.L. *Contact Angle, Wettability and Adhesion,* Volume 4. VSP, 2006.

- Moore, Walter J. *Physical Chemistry*, 4th Edition. Prentice Hall, New Jersey, 1972.

- Nogueira, J. *Noções Básicas de Tintas e Vernizes*.

- Shaw, Duncan J. *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, 4th Edition. Butterworth Heinemann.

- Voyutsky, S. *Colloid Chemistry*. Mir Publishers Moscow, 1978.

- Walinder, M. *Wetting Phenomena on Wood: Factors Influencing Measurements of Wood Wettability*. Doctoral Thesis, KTH – Royal Institute of Technology , Stockholm, 2000.

Anexo 1 Fichas Técnicas

Nas páginas seguintes são apresentadas as fichas técnicas de todas as madeiras estudadas.

A informação relativa ao nome botânico das espécies, aos nomes comerciais, à origem e às aplicações foram retirados de Martins, D. *Caracterização de Madeiras Exóticas para Acabamento com Vernizes Aquosos*. Tese de Mestrado, FEUP, 2008.

Afzelia

Nome Botânico

Afzelia bella Harms, *Afzelia bipindensis* Harms, *Afzelia quanzensis* Welw.

Nomes Comerciais

Afzélia, Doussié, Pau-Ferro, Chanfuta

Origem

África (Angola, Camarões, Congo, Costa do Marfim, Gana, Guiné, Moçambique, Nigéria)

Aplicações

Carpintaria de exteriores e interiores, construção naval, soalhos, parquet interior, mobiliário, tinas de produtos químicos, tanoaria, utilização em obras imersas (pontes, barrotes hidráulicos) e escadarias.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Solv 2K sat; Solv 1K bri

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Melhor dureza lápis

Aq 1K bri; Aq Dec sat

TP Aq 1K + Aq Dec bri; TP Aq 1K + Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 1K M/B; Aq 2K mat; Aq 2K sat

Superfície mais macia

Aq 2K sat

Carvalho

Nome Botânico

Quercus faginea Lam, *Quercus robur* L.

Nomes Comerciais

Carvalho Português, Carvalho Comum, Chêne Zeen, Chêne Pedonculé, Portuguese Oak, European Oak.

Origem

Europa (Portugal, Alemanha, França), Ásia Menor e Norte de África.

Aplicações

Mobiliário, marcenaria, carpintaria de interiores e decorativa, tanoaria de envelhecimento, folha, painéis, construção naval, carroçaria de transporte, portas e janelas exteriores.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes

Melhor dureza lápis

Aq 1K bri; Aq Dec sat

TP Aq 1K + Aq Dec bri; TP Aq 1K + Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Superfície mais macia

Todos os vernizes

Faia

Nome Botânico

Fagus sylvatica L.

Nomes Comerciais

Faia, Fayard hêtre, European Beech, Haya.

Origem

Europa (Portugal, Alemanha, França, Dinamarca, Reino Unido), Roménia, Japão, Brasil.

Aplicações

Parquet, mobiliário, folheados, contraplacados, carpintaria interior, brinquedos, cabos de ferramentas.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes excepto:

TP Aq 1K + Aq Dec sat

Melhor dureza lápis

Aq Dec sat

TP Aq 1K + Aq Dec bri; TP Aq 1K + Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Superfície mais macia

Aq 2K mat; Aq 2K sat; Aq Dec bri

Jatobá

Nome Botânico

Hymenaea courbaril L., *Hymenaea stillbocarpa* Hayne.

Nomes Comerciais

Jatobá, Jataí, Courbaril.

Origem

América Central e América do Sul (Brasil, Bolívia, Caraíbas, Antilhas, México, Peru, Venezuela, Paraguai), França, Grã-Bretanha.

Aplicações

Pavimentos, carpintaria interior e exterior, soalhos, escadas, mobiliário, contraplacados, folheados, travessas de caminho de ferro, painéis decorativos, construção naval.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes excepto:

Aq 1K bri; Aq 1K M/B

Melhor dureza lápis

Solv 2K sat; Solv 1K bri

Aq Dec sat; TP Aq 1K + Aq Dec bri; TP Aq 1K + Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 2K mat

Superfície mais macia

Aq 2K sat

Mogno

Nome Botânico

Khaya ivirensis A. Chev., *Khaya anthoteca* (Welw.) C.DC., *Khaya grandifolia* C. DC.

Nomes Comerciais

Mogno Africano, Acajou d´Afrique, African Mahogany.

Origem

África (Camarões, Nigéria).

Aplicações

Carpintaria interior e exterior, mobiliário, construção naval, esculturas, instrumentos musicais.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes

Melhor dureza lápis

Solv 1K bri

Aq Dec sat; TP Aq 1K + Aq Dec bri; TP Aq 1K + Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 2K mat

Superfície mais macia

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Tola

Nome Botânico

Gossweileroden balsamiferum (Verm.) Harms.

Nomes Comerciais

Tola, Tola Branca, Agba.

Origem

África (Angola, Congo, Gabão, Nigéria, Zaire).

Aplicações

Carpintaria interior (molduras) e exterior, marcenaria, mobiliário, contraplacados, construção naval.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes excepto:

Aq 1K M/B

Melhor dureza lápis

Aq Dec sat

TP Aq 1K + Aq Dec bri

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Superfície mais macia

Aq 1K bri; Aq 2K mat; Aq 2K sat; Aq Dec bri

Castanho

Nome Botânico

Castanea sativa Mill.

Nomes Comerciais

Castanho, Châtaignier, Sweet Chestnut.

Origem

Europa (Portugal, Espanha, França).

Aplicações

Estruturas e carpintarias exteriores (caixilharias e portas), mobiliário, soalhos, tanoaria de envelhecimento, construção naval.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes excepto:

Aq Dec sat

Melhor dureza lápis

Aq Dec sat

TP Aq 1K + Aq Dec bri; TP Aq 1K+ Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 2K sat

Superfície mais macia

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Ipê

Nome Botânico

Tabebuia ipe (Mart.) Standl, *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols.

Nomes Comerciais

Ipê, Ipé, Ipê-Preto, Pau d´Arco.

Origem

América Central e América do Sul (Brasil, Bolívia, Colômbia, Panamá, Paraguai, Peru, Venezuela)

Aplicações

Carpintaria interior e exterior, marcenaria, instrumentos musicais, construção naval, portas, obras hidráulicas, travessas de caminhos de ferro, folheados decorativos.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes excepto:

Aq 1K bri; Aq Dec bri

Melhor dureza lápis

Solv 2K sat; Solv 1K bri; Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 1K M/B; Aq 2K mat; Aq 2K sat; Aq Dec bri

Superfície mais macia

Aq 1K M/B; Aq 1K bri; Aq 2K mat; Aq 2K sat; Aq Dec bri; Aq Dec sat

Sucupira

Nome Botânico

Bowdichia nitida Benth., *Diplotropis purpúrea* Amsh.

Nomes Comerciais

Sucupira, Coeur dehors.

Origem

América do Sul (Brasil, Colômbia, Peru, Venezuela).

Aplicações

Pavimentos, lambris, mobiliário, contraplacados decorativos, escadarias, carpintaria exterior, construção naval, vigas.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes excepto:

Aq 1K bri; Aq 2K sat

Melhor dureza lápis

Aq Dec sat

TP Aq 1K + Aq Dec bri; TP Aq 1K + Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Superfície mais macia

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Wengé

Nome Botânico

Millettia laurentii De Wild., *Millettia pendula* Benth De Wild.

Nomes Comerciais

Wengé, Wenge, Jambire, Panga-Panga.

Origem

África (Camarões, Gabão, Moçambique, Tanzânia, Zimbabwe).

Aplicações

Carpintaria interior e exterior, escadarias, marcenaria, esculturas, construção naval, pontes, vigas, pilares, mobiliário.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes excepto:

Aq 1K M/B; Aq 1K bri

Melhor dureza lápis

Solv 2K sat; Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 1K M/B; Aq 2K mat; Aq 2K sat

Superfície mais macia

Aq 2K sat; Aq Dec bri

Mutene

Nome Botânico

Guibourtia arnoldiana (De Wild & Th Dur) J. Léonard.

Nomes Comerciais

Mutene, Mutenye, Mutényе.

Origem

África (Angola, Camarões, Costa do Marfim, Gabão, Gana, Guiné, Moçambique).

Aplicações

Parquets, pavimentos, carpintaria interior e exterior, decoração de interiores, escadarias, esculturas, marcenaria pesada, mobiliário, contraplacados.

Vernizes mais adequados ao acabamento:

Melhor aderência

Todos os vernizes excepto:

Aq 2K sat

Melhor dureza lápis

Aq Dec sat

TP Aq 1K + Aq Dec bri; TP Aq 1K + Aq Dec sat

Menor quantidade de defeitos de superfície

Aq 2K mat

Superfície mais macia

Aq 2K mat; Aq 2K sat

Anexo 2 Propriedades Físico-Químicas

Verniz Solv 1K bri

- ***Indicações gerais***

  Aspecto: *Líquido*

  Cor: *De acordo com a referência do produto*

  Odor: *Característico*

- ***Mudança do estado:***

  Ponto de fusão / Intervalo de fusão: *Não determinado.*

  Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição: *140°C*

- ***Ponto de inflamação:*** *30°C*

- ***Temperatura de ignição:*** *315,0°C*

- ***Auto-inflamabilidade:*** *O produto não se auto-inflama.*

- ***Perigos de explosão:*** *O produto não é explosivo. Contudo, os vapores podem formar com o ar misturas que ao alcance de fontes de ignição podem inflamar ou explodir.*

- ***Limites de explosividade:***

  Inferior: *1,1 Vol %*

  Superior: *10,8 Vol %*

- ***Pressão do vapor a 20°C:*** *6,7 hPa*

- ***Densidade a 20°C:*** *1,041 g/cm^3*

- ***Solubilidade em / miscibilidade com água:*** *Imiscível*

- ***Percentagem de sólidos em peso:*** *45,1 %*

Verniz Aq 1K M/B

- ***Indicações gerais***

  Aspecto: *Líquido*

  Cor: *De acordo com a referência do produto*

  Odor: *Característico*

- ***Mudança do estado:***

  Ponto de fusão / Intervalo de fusão: *Não determinado.*

  Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição: *100°C*

- ***Flash point:*** *> 61°C*

- ***Temperatura de ignição:*** *270,0°C*

- ***Auto-inflamabilidade:*** *O produto não se auto-inflama.*

- ***Perigos de explosão:*** *O produto não é explosivo.*

- ***Pressão do vapor a 20°C:*** *23,0 hPa*

- ***Densidade a 20°C:*** *1,04 g/cm³*

- ***Solubilidade em / miscibilidade com água:*** *Completamente miscível.*

- ***Percentagem de sólidos em peso:*** *30,1 %*

- ***Outras informações:*** *Os dados referenciados neste item dizem respeito ao incolor.*

Verniz Aq 1K bri

- ***Indicações gerais***

    Aspecto: *Líquido*

    Cor: *De acordo com a referência do produto*

    Odor: *Característico*

- ***Mudança do estado:***

    Ponto de fusão / Intervalo de fusão: *Não determinado.*

    Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição: *100°C*

- ***Flash point:*** *> 61°C*

- ***Temperatura de ignição:*** *270,0°C*

- ***Auto-inflamabilidade:*** *O produto não se auto-inflama.*

- ***Perigos de explosão:*** *O produto não é explosivo.*

- ***Pressão do vapor a 20°C:*** *23,0 hPa*

- ***Densidade a 20°C:*** *1,04 g/cm³*

- ***Solubilidade em / miscibilidade com água:*** *Completamente miscível.*

- ***Percentagem de sólidos em peso:*** *30,0 %*

- ***Outras informações:*** *Os dados referenciados neste item dizem respeito ao incolor.*

Verniz Aq 2K mat

- ***Indicações gerais***

  Aspecto: *Líquido*

  Cor: *De acordo com a referência do produto*

  Odor: *Característico*

- ***Mudança do estado:***

  Ponto de fusão / Intervalo de fusão: *Não determinado.*

  Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição: *100°C*

- ***Flash point:*** *> 61°C*

- ***Temperatura de ignição:*** *270,0°C*

- ***Auto-inflamabilidade:*** *O produto não se auto-inflama.*

- ***Perigos de explosão:*** *O produto não é explosivo.*

- ***Pressão do vapor a 20°C:*** *23,0 hPa*

- ***Densidade a 20°C:*** *1,040 g/cm³*

- ***Solubilidade em / miscibilidade com água:*** *Imiscível*

- ***Valor de pH a 20°C:*** *8,3*

- ***Percentagem de sólidos em peso:*** *28,5 %*

- ***Outras informações:*** *Os dados referenciados neste item dizem respeito ao incolor.*

Verniz Aq 2K sat

- ***Indicações gerais***

  Aspecto: *Líquido*

  Cor: *De acordo com a referência do produto*

  Odor: *Característico*

- ***Mudança do estado:***

  Ponto de fusão / Intervalo de fusão: *Não determinado.*

  Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição: *100°C*

- ***Flash point:*** *> 61°C*

- ***Temperatura de ignição:*** *270,0°C*

- ***Auto-inflamabilidade:*** *O produto não se auto-inflama.*

- ***Perigos de explosão:*** *O produto não é explosivo.*

- ***Pressão do vapor a 20°C:*** *23,0 hPa*

- ***Densidade a 20°C:*** *1,036 g/cm³*

- ***Solubilidade em / miscibilidade com água:*** *Completamente miscível.*

- ***Valor de pH a 20°C:*** *8,3*

- ***Percentagem de sólidos em peso:*** *27,6 %*

- ***Outras informações:*** *Os dados referenciados neste item dizem respeito ao incolor.*

Verniz Aq Dec bri

- ***Indicações gerais***

  Aspecto: *Líquido*

  Cor: *De acordo com a referência do produto*

  Odor: *Característico*

- ***Mudança do estado:***

  Ponto de fusão / Intervalo de fusão: *Não determinado.*

  Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição: *100°C*

- ***Flash point:*** *> 61°C*

- ***Auto-inflamabilidade:*** *O produto não se auto-inflama.*

- *·* ***Perigos de explosão:*** *O produto não é explosivo.*

- ***Pressão do vapor a 20°C:*** *23 hPa*

- ***Densidade a 20°C:*** *1,02 g/cm^3*

- ***Solubilidade em / miscibilidade com água:*** *Completamente miscível.*

- ***Percentagem de sólidos em peso:*** *34,1 %*

Verniz Aq Dec sat

- ***Indicações gerais***

  Aspecto: *Líquido*

  Cor: *De acordo com a referência do produto*

  Odor: *Característico*

- ***Mudança do estado:***

  Ponto de fusão / Intervalo de fusão: *Não determinado.*

  Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição: *100°C*

- ***Flash point:*** *> 61°C*

- ***Auto-inflamabilidade:*** *O produto não se auto-inflama.*

- ***Perigos de explosão:*** *O produto não é explosivo.*

- ***Pressão do vapor a 20°C:*** *23 hPa*

- ***Densidade a 20°C:*** *1,024 g/cm^3*

- ***Solubilidade em / miscibilidade com água:*** *Completamente miscível.*

- ***Percentagem de sólidos em peso:*** *34,6 %*

TP Aq 1K

- ***Indicações gerais***

  Aspecto: *Líquido*

  Cor: *De acordo com a referência do produto*

  Odor: *Característico*

- ***Mudança do estado:***

  Ponto de fusão / Intervalo de fusão: *Não determinado.*

  Ponto de ebulição / Intervalo de ebulição: *100°C*

- ***Flash point:*** *> 61°C*

- ***Temperatura de ignição:*** *190,0°C*

- ***Auto-inflamabilidade:*** *O produto não se auto-inflama.*

- ***Perigos de explosão:*** *O produto não é explosivo.*

- ***Pressão do vapor a 20°C:*** *23,0 hPa*

- ***Densidade a 20°C:*** *1,03 g/cm^3*

- ***Solubilidade em / miscibilidade com água:*** *Completamente miscível.*

- ***Valor de pH a 20°C:*** *8,0*

- ***Percentagem de sólidos em peso:*** *40,6 %*

- ***Outras informações:*** *Os dados referenciados neste item dizem respeito ao incolor.*

Anexo 3 Ângulos de Contacto

Tabela A3.1. Valores do ângulo de contacto (°) para a Afzelia.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	10,740	12,452	15,080	12,757	2,186
Solv 2K sat	12,841	13,286	14,416	13,514	0,812
Aq 1K M/B	42,202	32,022	44,412	39,545	6,608
Aq 1K bri	31,096	32,714	35,494	33,101	2,224
Aq 2K mat	27,008	21,929	20,019	22,985	3,612
Aq 2K sat	39,663	32,505	30,756	34,308	4,719
Aq Dec bri	69,077	76,183	71,089	72,116	3,663
Aq Dec sat	60,562	72,211	61,336	64,703	6,514
TP Aq 1K	22,829	19,334	21,995	21,386	1,825

Tabela A3.2. Valores do ângulo de contacto (°) para o Carvalho.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	12,569	13,797	16,693	14,353	2,117
Solv 2K sat	23,116	25,331	26,826	25,091	1,867
Aq 1K M/B	62,676	59,594	62,189	61,486	1,657
Aq 1K bri	66,118	61,681	63,395	63,731	2,238
Aq 2K mat	44,727	43,753	48,538	45,673	2,529
Aq 2K sat	46,847	36,873	32,571	38,764	7,323
Aq Dec bri	80,925	89,682	93,411	88,006	6,410
Aq Dec sat	77,345	83,972	77,553	79,623	3,767
TP Aq 1K	70,576	57,374	66,388	64,779	6,746

Tabela A3.3. Valores do ângulo de contacto (º) para a Faia.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	11,406	14,644	14,000	13,350	1,714
Solv 2K sat	18,828	18,672	13,376	16,959	3,104
Aq 1K M/B	55,866	47,494	52,376	51,912	4,205
Aq 1K bri	53,093	54,108	43,500	50,234	5,854
Aq 2K mat	43,835	36,512	39,054	39,800	3,718
Aq 2K sat	43,551	46,770	42,091	44,137	2,394
Aq Dec bri	73,336	76,299	75,164	74,933	1,495
Aq Dec sat	83,855	75,512	79,768	79,712	4,172
TP Aq 1K	49,487	59,831	53,149	54,156	5,245

Tabela A3.4. Valores do ângulo de contacto (º) para o Jatobá.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	14,152	13,988	13,801	13,980	0,176
Solv 2K sat	17,953	19,014	19,077	18,681	0,632
Aq 1K M/B	47,877	40,008	28,957	38,947	9,504
Aq 1K bri	39,000	40,308	42,253	40,520	1,637
Aq 2K mat	33,990	35,880	36,387	35,419	1,263
Aq 2K sat	31,282	32,000	25,640	29,641	3,483
Aq Dec bri	65,085	66,998	73,489	68,524	4,405
Aq Dec sat	64,206	59,889	68,044	64,046	4,080
TP Aq 1K	33,709	42,054	41,602	39,122	4,693

Tabela A3.5. Valores do ângulo de contacto (º) para o Mogno.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	7,400	9,625	9,000	8,675	1,148
Solv 2K sat	16,067	19,072	13,450	16,196	2,813
Aq 1K M/B	49,529	44,380	49,185	47,698	2,879
Aq 1K bri	55,297	58,544	55,636	56,492	1,785
Aq 2K mat	48,761	44,633	44,865	46,086	2,319
Aq 2K sat	44,224	33,657	32,895	36,925	6,332
Aq Dec bri	85,596	82,904	92,062	86,854	4,707
Aq Dec sat	79,795	77,079	94,781	83,885	9,533
TP Aq 1K	90,601	100,330	88,025	92,985	6,490

Tabela A3.6. Valores do ângulo de contacto (º) para a Tola.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	11,187	13,747	12,100	12,345	1,297
Solv 2K sat	15,309	20,216	15,641	17,055	2,742
Aq 1K M/B	26,079	32,873	31,789	30,247	3,650
Aq 1K bri	43,138	34,185	48,557	41,960	7,258
Aq 2K mat	42,505	44,103	40,194	42,267	1,965
Aq 2K sat	34,475	27,478	29,457	30,470	3,607
Aq Dec bri	75,876	81,227	81,535	79,546	3,182
Aq Dec sat	66,639	55,986	73,346	65,324	8,74
TP Aq 1K	66,299	62,429	63,998	64,242	1,947

Tabela A3.7. Valores do ângulo de contacto (°) para o Castanho.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	12,420	14,937	13,830	13,729	1,262
Solv 2K sat	16,007	15,868	18,876	16,917	1,698
Aq 1K M/B	52,637	58,891	53,584	55,037	3,371
Aq 1K bri	60,828	64,538	66,511	63,959	2,885
Aq 2K mat	49,364	46,678	47,402	47,815	1,390
Aq 2K sat	36,061	39,653	40,238	38,651	2,262
Aq Dec bri	99,970	109,440	107,320	105,577	4,970
Aq Dec sat	72,441	73,749	72,680	72,957	0,697
TP Aq 1K	63,395	68,300	75,243	68,979	5,953

Tabela A3.8. Valores do ângulo de contacto (°) para o Ipê.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	16,004	17,352	13,206	15,521	2,115
Solv 2K sat	23,564	20,875	22,998	22,479	1,418
Aq 1K M/B	48,587	52,453	52,978	51,339	2,398
Aq 1K bri	46,799	46,834	52,508	48,714	3,286
Aq 2K mat	35,866	40,858	39,119	38,614	2,534
Aq 2K sat	41,401	32,723	35,795	36,640	4,400
Aq Dec bri	75,998	77,425	76,324	76,582	0,748
Aq Dec sat	60,864	59,457	55,704	58,675	2,667
TP Aq 1K	55,555	52,715	53,196	53,822	1,520

Tabela A3.9. Valores do ângulo de contacto (°) para a Sucupira.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	11,550	12,824	13,826	12,733	1,141
Solv 2K sat	22,659	18,781	21,808	21,083	2,038
Aq 1K M/B	43,567	46,923	47,392	45,961	2,086
Aq 1K bri	53,296	55,525	57,889	55,570	2,297
Aq 2K mat	32,941	35,165	36,762	34,956	1,919
Aq 2K sat	28,000	26,092	22,659	25,584	2,707
Aq Dec bri	85,082	77,678	86,542	83,101	4,753
Aq Dec sat	60,283	59,783	57,529	59,198	1,467
TP Aq 1K	43,681	49,094	49,313	47,363	3,190

Tabela A3.10. Valores do ângulo de contacto (°) para o Wengé.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	13,654	14,316	11,205	13,058	1,639
Solv 2K sat	25,651	17,418	14,926	19,332	5,613
Aq 1K M/B	47,644	56,506	45,141	49,764	5,972
Aq 1K bri	47,198	45,281	44,493	45,657	1,391
Aq 2K mat	37,913	38,761	38,754	38,476	0,488
Aq 2K sat	36,360	41,773	43,871	40,668	3,876
Aq Dec bri	79,643	74,490	76,369	76,834	2,608
Aq Dec sat	60,650	61,403	61,027	61,027	0,377
TP Aq 1K	63,407	61,754	61,194	62,118	1,151

Tabela A3.11. Valores do ângulo de contacto (º) para o Mutene.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Média*	*Desvio Padrão*
Solv 1K bri	7,790	9,653	10,000	9,148	1,189
Solv 2K sat	16,320	21,238	21,316	19,625	2,862
Aq 1K M/B	34,289	37,920	36,730	36,313	1,851
Aq 1K bri	35,329	32,670	31,689	33,229	1,883
Aq 2K mat	36,570	33,312	32,124	34,002	2,302
Aq 2K sat	32,849	29,596	36,632	33,026	3,521
Aq Dec bri	73,686	78,464	67,655	73,268	5,417
Aq Dec sat	57,449	58,409	58,581	58,146	0,610
TP Aq 1K	48,444	48,885	51,090	49,473	1,418

Anexo 4 Dureza pelo Método do Lápis

Tabela A4.1. Dureza lápis para o Carvalho.

Verniz	*Dureza Lápis*			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	H	H	H	4H
Solv 2K sat	F	3B	HB	3H
Aq 1K M/B	F	F	2H	
Aq 1K bri	5H	3H	5H	
Aq 2K mat	2H	2H	H	
Aq 2K sat	F	H	3H	
Aq Dec bri	F	H	H	
Aq Dec sat	H	B	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	4H	3H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	4H	5H	5H	

Tabela A4.2. Dureza lápis para a Faia.

Verniz	*Dureza Lápis*			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	H	F	HB	4H
Solv 2K sat	F	3B	B	2H
Aq 1K M/B	F	F	HB	
Aq 1K bri	5H	4H	H	
Aq 2K mat	6H	F	H	
Aq 2K sat	H	H	3H	
Aq Dec bri	HB	H	H	
Aq Dec sat	HB	B	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	6H	3H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	6H	5H	5H	

Tabela A4.3. Dureza lápis para o Jatobá.

Verniz	*Dureza Lápis*			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	HB	H	HB	5H
Solv 2K sat	HB	H	H	5H
Aq 1K M/B	F	F	H	
Aq 1K bri	5H	3H	3H	
Aq 2K mat	4H	2H	H	
Aq 2K sat	H	H	3H	
Aq Dec bri	3H	H	H	
Aq Dec sat	4H	B	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	6H	2H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	6H	5H	5H	

Tabela A4.4. Dureza lápis para o Mogno.

Verniz	*Dureza Lápis*			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	B	F	H	5H
Solv 2K sat	F	3B	HB	3H
Aq 1K M/B	H	F	HB	
Aq 1K bri	5H	4H	H	
Aq 2K mat	H	F	2H	
Aq 2K sat	2H	HB	3H	
Aq Dec bri	F	H	H	
Aq Dec sat	HB	F	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	6H	3H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	6H	5H	5H	

Tabela A4.5. Dureza lápis para a Tola.

Verniz	Dureza Lápis			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	3B	HB	3B	3H
Solv 2K sat	HB	4B	3B	H
Aq 1K M/B	F	2B	HB	
Aq 1K bri	F	H	H	
Aq 2K mat	F	F	H	
Aq 2K sat	F	HB	3H	
Aq Dec bri	HB	HB	F	
Aq Dec sat	HB	B	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	6H	2H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	6H	5H	4H	

Tabela A4.6. Dureza lápis para o Castanho.

Verniz	Dureza Lápis			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	3B	B	B	2H
Solv 2K sat	HB	3B	B	2H
Aq 1K M/B	B	F	B	
Aq 1K bri	5H	4H	3H	
Aq 2K mat	H	F	H	
Aq 2K sat	F	HB	3H	
Aq Dec bri	F	HB	H	
Aq Dec sat	F	B	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	6H	3H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	6H	5H	5H	

Tabela A4.7. Dureza lápis para o Ipê.

Verniz	*Dureza Lápis*			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	H	H	2H	5H
Solv 2K sat	H	HB	F	5H
Aq 1K M/B	H	H	3H	
Aq 1K bri	3H	3H	H	
Aq 2K mat	6H	2H	H	
Aq 2K sat	2H	H	3H	
Aq Dec bri	H	H	2H	
Aq Dec sat	3H	F	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	3H	2H	4H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	3H	3H	4H	

Tabela A4.8. Dureza lápis para a Sucupira.

Verniz	*Dureza Lápis*			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	H	H	H	2H
Solv 2K sat	H	HB	HB	4H
Aq 1K M/B	H	F	2H	
Aq 1K bri	4H	4H	H	
Aq 2K mat	3H	2H	H	
Aq 2K sat	H	H	3H	
Aq Dec bri	3H	H	H	
Aq Dec sat	H	B	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	6H	3H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	6H	5H	5H	

Tabela A4.9. Dureza lápis para o Wengé.

Verniz	Dureza Lápis			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	F	HB	B	2H
Solv 2K sat	HB	3B	HB	5H
Aq 1K M/B	F	F	H	
Aq 1K bri	5H	3H	H	
Aq 2K mat	H	H	H	
Aq 2K sat	F	HB	3H	
Aq Dec bri	H	H	H	
Aq Dec sat	3H	HB	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	3H	2H	4H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	3H	3H	4H	

Tabela A4.10. Dureza lápis para o Mutene.

Verniz	Dureza Lápis			
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão	Após 15 dias
Solv 1K bri	B	F	H	2H
Solv 2K sat	HB	2B	HB	H
Aq 1K M/B	F	F	H	
Aq 1K bri	4H	4H	H	
Aq 2K mat	2H	H	H	
Aq 2K sat	F	HB	3H	
Aq Dec bri	H	H	H	
Aq Dec sat	2H	B	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec bri	6H	3H	5H	
TP Aq 1K+Aq Dec sat	6H	5H	5H	

Anexo 5 Defeitos de Superfície

Tabela A5.1. Defeitos de superfície para o Carvalho.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras 3	Crateras 1	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 1	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 3	Picos 3	Picos 3
Aq 2K mat	Polimento; picos 1	Polimento	Polimento
Aq 2K sat	Polimento; picos 2	Polimento; picos 1	Polimento
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 1
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 1
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Crateras e Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Crateras e Picos 3	Picos 2

Tabela A5.2. Defeitos de superfície para a Faia.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	0	Crateras 1	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 1	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras 1	Crateras 1	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 1	Picos 1	Picos 3
Aq 2K mat	Polimento	Polimento	Polimento
Aq 2K sat	Polimento	Polimento	Polimento
Aq Dec bri	0	Picos 1	Picos 1
Aq Dec sat	0	Picos 1	Picos 1
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Picos 3	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Crateras e Picos 3	Picos 2

Tabela A5.3. Defeitos de superfície para o Jatobá.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras e Picos 4	Crateras 2	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Picos 2	Crateras e Picos 1	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras 3	Crateras e Picos 3	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 3	Picos 3	Picos 4
Aq 2K mat	Polimento; picos 1	Polimento	Polimento
Aq 2K sat	Polimento; picos 2	Polimento; crateras e picos 2	Polimento; picos 1
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 2
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Picos 1	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3

Tabela A5.4. Defeitos de superfície para o Mogno.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	2ªdemão	3ªdemão
Solv 1K bri	Crateras 4	Crateras 3	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 2	Crateras e picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras 3	Crateras e Picos 3	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 4	Picos 4	Picos 3
Aq 2K mat	Polimento; picos 1	Polimento	Polimento
Aq 2K sat	Polimento; picos 1	Polimento; picos 2	Polimento; picos 1
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 2
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Picos 1	Picos 1
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Picos 1	Picos 1

Tabela A5.5. Defeitos de superfície para a Tola.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras e Picos 1	Crateras 3	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 1	Crateras e picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Picos 1	Crateras e Picos 1	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 2	Picos 3	Picos 3
Aq 2K mat	Polimento	Polimento	Polimento
Aq 2K sat	Polimento	Polimento	Polimento
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 1
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 1
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Crateras e Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Crateras e Picos 3	Picos 2

Tabela A5.6. Defeitos de superfície para o Castanho.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras 1	Crateras 3	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 2	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras e Picos 1	Crateras e Picos 1	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 1	Picos 1	Picos 2
Aq 2K mat	Polimento	Polimento	Polimento; picos 1
Aq 2K sat	Polimento; picos 1	Polimento; picos 1	Polimento
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 1
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 1
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 4	Crateras e Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 4	Picos 1	Picos 2

Tabela A5.7. Defeitos de superfície para o Ipê.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras 1	Crateras 2	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 1	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras e Picos 2	Cratera e Picos 3	Picos 1
Aq 1K bri	Crateras e Picos 2	Crateras e Picos 2	Picos 4
Aq 2K mat	Polimento; picos 1	Polimento	Polimento; picos 1
Aq 2K sat	Polimento; picos 2	Polimento; crateras e picos 3	Polimento; picos 1
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 1
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 1	Picos 2
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Crateras e Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3

Tabela A5.8. Defeitos de superfície para a Sucupira.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras 3	Crateras 3	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 1	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras e Picos 3	Crateras 1	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 3	Picos 2	Picos 3
Aq 2K mat	Polimento	Polimento	Polimento
Aq 2K sat	Polimento; picos 3	Polimento; picos 2	Polimento
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 1
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Picos 2	Crateras e Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Crateras e Picos 3	Picos 2

Tabela A5.9. Defeitos de superfície para o Wengé.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras 4	Crateras 3	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Crateras 1	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras e Picos 3	Crateras 1	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 3	Picos 3	Picos 3
Aq 2K mat	Polimento	Polimento	Polimento; picos 1
Aq 2K sat	Polimento; picos 2	Polimento; picos 2	Polimento; picos 1
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 3
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 4	Crateras e Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 4	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 2

Tabela A5.10. Defeitos de superfície para o Mutene.

Verniz	*Defeitos de Superfície*		
	1ªdemão	**2ªdemão**	**3ªdemão**
Solv 1K bri	Crateras e picos 4	Crateras 3	Crateras e Picos 4
Solv 2K sat	Picos 1	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3
Aq 1K M/B	Crateras 3	Crateras e Picos 3	Picos 1
Aq 1K bri	Picos 3	Picos 4	Picos 3
Aq 2K mat	Polimento; picos 1	Polimento	Polimento
Aq 2K sat	Polimento; picos 2	Polimento; picos 1	Polimento; picos 1
Aq Dec bri	Picos 3	Picos 2	Picos 1
Aq Dec sat	Picos 3	Picos 2	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec bri	Crateras 5	Crateras e Picos 3	Picos 3
TP Aq 1K+Aq Dec sat	Crateras 5	Crateras e Picos 3	Crateras e Picos 3

Anexo 6 Brilho

Nas tabelas seguintes são apresentados os valores obtidos na leitura do brilho para cada espécie de madeira. São assinalados os valores extremos de leitura para cada verniz: o valor mais baixo está assinalado a verde e o valor mais elevado assinalado a vermelho.

Tabela A6.1. Valores do brilho (U.B.) para a Afzelia.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	79,0	82,8	76,8	30,9	76,7	78,6	70,8
Solv 2K sat	44,0	46,1	40,8	39,3	41,3	48,7	43,4
Aq 1K M/B	62,1	65,9	58,8	59,4	68,1	65,1	63,2
Aq 1K bri	63,0	56,8	58,7	68,5	64,8	68,0	63,3
Aq 2K mat	7,2	7,8	7,2	6,9	7,2	7,9	7,4
Aq 2K sat	13,5	13,1	12,2	12,6	12,3	13,0	12,8
Aq Dec bri	36,9	55,2	53,6	51,5	45,7	43,4	47,7
Aq Dec sat	46,2	45,7	42,9	41,9	46,9	44,7	44,7
TP Aq 1K+Aq Dec bri	57,6	50,6	51,5	45,6	49,9	54,5	51,6
TP Aq 1K+Aq Dec sat	45,9	47,3	41,7	43,6	42,7	44,5	44,3

Tabela A6.2. Valores do brilho (U.B.) para o Carvalho.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	54,3	46,4	47,1	50,9	40,2	39,6	46,4
Solv 2K sat	32,1	28,2	33,4	36,8	31,4	24,1	31,0
Aq 1K M/B	66,2	60,1	45,3	58,1	65,1	54,4	58,2
Aq 1K bri	42,4	38,7	36,5	40,9	45,7	35,4	41,6
Aq 2K mat	4,9	6,1	5,4	4,8	4,9	5,3	5,2
Aq 2K sat	9,3	10,9	9,5	8,7	8,3	8,8	9,3
Aq Dec bri	35,2	58,3	47,3	35,9	38,4	37,4	42,1
Aq Dec sat	32,5	34,0	39,6	32,3	32,5	33,5	34,1
TP Aq 1K+Aq Dec bri	36,2	41,3	38,4	48,6	45,8	42,6	42,2
TP Aq 1K+Aq Dec sat	36,9	34,1	35,0	32,4	36,6	36,9	35,3

Tabela A6.3. Valores do brilho (U.B.) para a Faia.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	77,6	66,7	71,4	69,1	77,6	74,7	72,8
Solv 2K sat	36,4	33,8	37,0	37,5	32,3	26,6	33,9
Aq 1K M/B	63,6	61,6	61,2	62,6	47,8	53,2	58,3
Aq 1K bri	47,9	46,3	43,6	45,3	48,2	44,4	46,0
Aq 2K mat	5,9	5,8	5,4	7,1	5,2	5,5	5,8
Aq 2K sat	9,0	9,3	7,8	7,8	9,6	9,0	8,8
Aq Dec bri	40,1	63,1	37,9	50,0	48,5	59,3	49,8
Aq Dec sat	39,6	37,3	26,9	32,8	30,2	39,0	34,3
TP Aq 1K+Aq Dec bri	41,0	36,2	47,5	40,5	42,2	45,0	42,1
TP Aq 1K+Aq Dec sat	38,2	35,3	37,7	43,5	42,5	37,3	39,1

Tabela A6.4. Valores do brilho (U.B.) para o Jatobá.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	64,0	57,9	71,6	61,1	66,4	63,9	64,1
Solv 2K sat	34,5	35,1	37,9	42,2	31,1	33,9	35,7
Aq 1K M/B	65,6	59,8	61,6	63,2	61,3	61,2	62,1
Aq 1K bri	61,1	57,7	57,5	47,3	60,3	65,1	58,2
Aq 2K mat	6,1	7,0	6,4	6,5	6,6	6,1	6,5
Aq 2K sat	9,4	9,4	12,0	9,6	9,8	10,4	10,1
Aq Dec bri	54,1	54,7	65,6	65,3	63,1	66,5	61,6
Aq Dec sat	43,8	38,8	40,3	41,4	42,9	37,9	40,9
TP Aq 1K+Aq Dec bri	41,8	31,2	43,9	44,3	38,6	43,7	40,6
TP Aq 1K+Aq Dec sat	43,1	34,0	38,4	44,4	41,1	38,7	40,0

Tabela A6.5. Valores do brilho (U.B.) para o Mogno.

Verniz	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Média
Solv 1K bri	72,9	57,0	67,4	76,6	40,5	70,7	64,2
Solv 2K sat	31,3	28,4	32,7	32,0	37,6	29,9	32,0
Aq 1K M/B	58,8	57,0	57,8	54,7	27,4	57,7	52,2
Aq 1K bri	52,6	37,5	52,1	56,4	49,3	48,0	49,3
Aq 2K mat	5,1	5,0	6,1	5,3	5,9	5,8	5,5
Aq 2K sat	9,6	9,4	7,6	8,7	8,7	9,6	8,9
Aq Dec bri	37,4	32,6	37,7	41,7	38,4	42,3	38,4
Aq Dec sat	35,9	29,5	29,6	37,5	35,0	39,6	34,5
TP Aq 1K+Aq Dec bri	42,6	46,5	41,8	45,9	45,8	52,9	45,9
TP Aq 1K+Aq Dec sat	39,3	35,0	37,9	41,8	42,2	38,5	39,1

Tabela A6.6. Valores do brilho (U.B.) para a Tola.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	80,3	78,0	74,2	74,9	58,9	62,7	71,5
Solv 2K sat	49,9	35,9	39,8	26,8	50,1	39,4	40,3
Aq 1K M/B	57,9	60,6	66,0	70,7	65,0	62,5	63,8
Aq 1K bri	69,0	66,8	62,8	57,6	54,7	58,8	49,3
Aq 2K mat	6,4	7,8	6,3	5,9	5,9	6,4	6,5
Aq 2K sat	11,0	12,4	11,4	8,3	10,5	11,1	10,8
Aq Dec bri	63,6	58,1	50,4	55,5	50,8	60,8	56,5
Aq Dec sat	32,5	41,7	35,5	39,3	34,9	35,7	36,6
TP Aq 1K+Aq Dec bri	38,6	36,8	47,3	44,0	39,1	39,7	41,8
TP Aq 1K+Aq Dec sat	46,7	49,0	39,7	47,6	50,8	48,1	47,0

Tabela A6.7. Valores do brilho (U.B.) para o Castanho.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	58,9	73,2	64,9	76,3	69,7	69,2	68,7
Solv 2K sat	36,2	28,8	33,0	34,3	31,4	24,5	31,4
Aq 1K M/B	60,8	47,4	60,1	57,1	56,1	42,4	54,0
Aq 1K bri	43,6	40,2	42,0	43,8	42,5	45,7	43,0
Aq 2K mat	5,6	5,3	5,7	5,7	5,9	5,7	5,7
Aq 2K sat	7,1	10,9	8,8	10,9	10,0	9,9	9,6
Aq Dec bri	47,7	47,8	48,5	48,1	47,9	48,0	48,0
Aq Dec sat	33,3	37,7	33,5	30,7	31,8	29,9	32,8
TP Aq 1K+Aq Dec bri	47,2	45,2	37,7	42,0	50,4	45,1	44,6
TP Aq 1K+Aq Dec sat	42,5	41,6	40,2	42,3	45,3	48,8	43,5

Tabela A6.8. Valores do brilho (U.B.) para o Ipê.

Verniz	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Média
Solv 1K bri	73,5	77,0	67,0	77,2	69,4	75,3	73,2
Solv 2K sat	36,9	34,8	29,4	35,0	34,5	33,0	33,9
Aq 1K M/B	49,5	47,1	51,1	59,6	57,2	44,1	51,4
Aq 1K bri	64,9	56,3	64,0	58,2	61,9	56,1	60,2
Aq 2K mat	7,4	7,3	7,4	7,2	7,7	7,5	7,4
Aq 2K sat	11,2	12,0	12,4	11,7	10,8	10,8	11,5
Aq Dec bri	67,5	54,7	60,7	46,9	60,5	54,4	57,5
Aq Dec sat	35,5	39,7	39,1	43,0	44,3	43,1	40,8
TP Aq 1K+Aq Dec bri	32,4	38,9	36,1	39,1	38,6	30,0	35,9
TP Aq 1K+Aq Dec sat	43,4	42,3	41,2	43,0	46,8	47,2	44,0

Tabela A6.9. Valores do brilho (U.B.) para a Sucupira.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	70,3	66,3	67,4	67,4	71,4	51,8	65,8
Solv 2K sat	42,1	36,7	37,4	33,2	39,5	36,9	37,6
Aq 1K M/B	53,7	64,6	51,2	59,7	51,6	55,0	56,0
Aq 1K bri	49,2	39,2	37,0	33,8	48,2	55,2	51,1
Aq 2K mat	6,4	7,1	8,0	6,8	7,0	6,2	6,9
Aq 2K sat	10,2	12,1	13,3	10,5	10,0	10,3	11,1
Aq Dec bri	54,6	50,9	59,6	57,1	59,8	60,5	57,1
Aq Dec sat	35,4	37,3	32,9	42,1	43,0	38,5	38,2
TP Aq 1K+Aq Dec bri	51,2	44,4	42,4	48,6	53,8	47,1	47,9
TP Aq 1K+Aq Dec sat	40,0	37,5	40,0	36,5	35,4	41,4	38,5

Tabela A6.10. Valores do brilho (U.B.) para o Wengé.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	82,9	78,4	81,6	80,7	81,8	73,9	79,9
Solv 2K sat	30,8	29,6	31,8	28,8	33,0	33,3	31,2
Aq 1K M/B	60,6	53,2	56,7	52,2	65,4	59,1	57,9
Aq 1K bri	61,5	60,5	68,9	58,0	56,0	53,6	59,8
Aq 2K mat	5,4	7,0	6,0	7,1	6,4	7,3	6,5
Aq 2K sat	10,6	10,1	9,4	9,5	11,0	11,5	10,4
Aq Dec bri	57,3	67,0	62,9	64,8	50,2	56,4	59,8
Aq Dec sat	45,7	40,3	43,0	41,7	47,0	47,5	44,2
TP Aq 1K+Aq Dec bri	36,8	33,9	34,3	32,6	37,0	40,3	35,8
TP Aq 1K+Aq Dec sat	44,4	46,2	39,2	42,6	45,4	44,7	43,8

Tabela A6.11. Valores do brilho (U.B.) para o Mutene.

Verniz	*Ensaio 1*	*Ensaio 2*	*Ensaio 3*	*Ensaio 4*	*Ensaio 5*	*Ensaio 6*	*Média*
Solv 1K bri	67,9	52,1	63,8	52,3	55,7	60,0	58,6
Solv 2K sat	42,6	38,8	41,7	44,7	44,3	36,8	41,5
Aq 1K M/B	57,8	63,4	57,3	58,5	64,8	61,1	60,5
Aq 1K bri	52,2	57,5	54,0	51,4	53,3	58,7	54,5
Aq 2K mat	4,9	6,3	5,3	6,2	5,7	6,5	5,8
Aq 2K sat	12,8	14,0	13,4	11,2	11,4	12,5	12,6
Aq Dec bri	50,7	48,4	34,2	46,3	48,6	54,3	47,1
Aq Dec sat	46,0	42,9	45,6	41,8	47,2	46,3	45,0
TP Aq 1K+Aq Dec bri	52,4	52,4	48,6	41,1	46,0	47,1	47,9
TP Aq 1K+Aq Dec sat	40,3	39,1	36,7	42,5	36,3	40,2	39,2

Anexo 7 Cor

7.1 Verniz Solv 1K bri

Afzelia

Carvalho

Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.2 Verniz Solv 2K sat

Afzelia

Carvalho

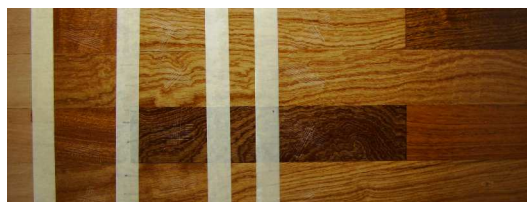
Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.3 Verniz Aq 1K M/B

Afzelia

Carvalho

Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.4 Verniz Aq 1K bri

Afzelia

Carvalho

Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.5 Verniz Aq 2K mat

Afzelia

Carvalho

Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.6 Verniz Aq 2K sat

Afzelia

Carvalho

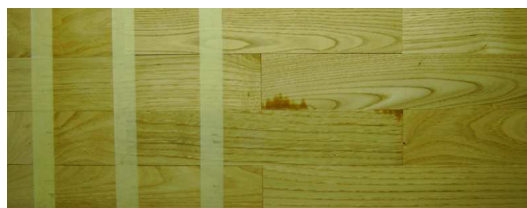
Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.7 Verniz Aq Dec bri

Afzelia

Carvalho

Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.8 Verniz Aq Dec sat

Afzelia

Carvalho

Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.9 TP Aq 1K + Verniz Aq Dec bri

Afzelia

Carvalho

Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

Wengé

Mutene

7.10 TP Aq 1K + Verniz Aq Dec sat

Afzelia

Carvalho

Faia

Jatobá

Mogno

Tola

Castanho

Ipê

Sucupira

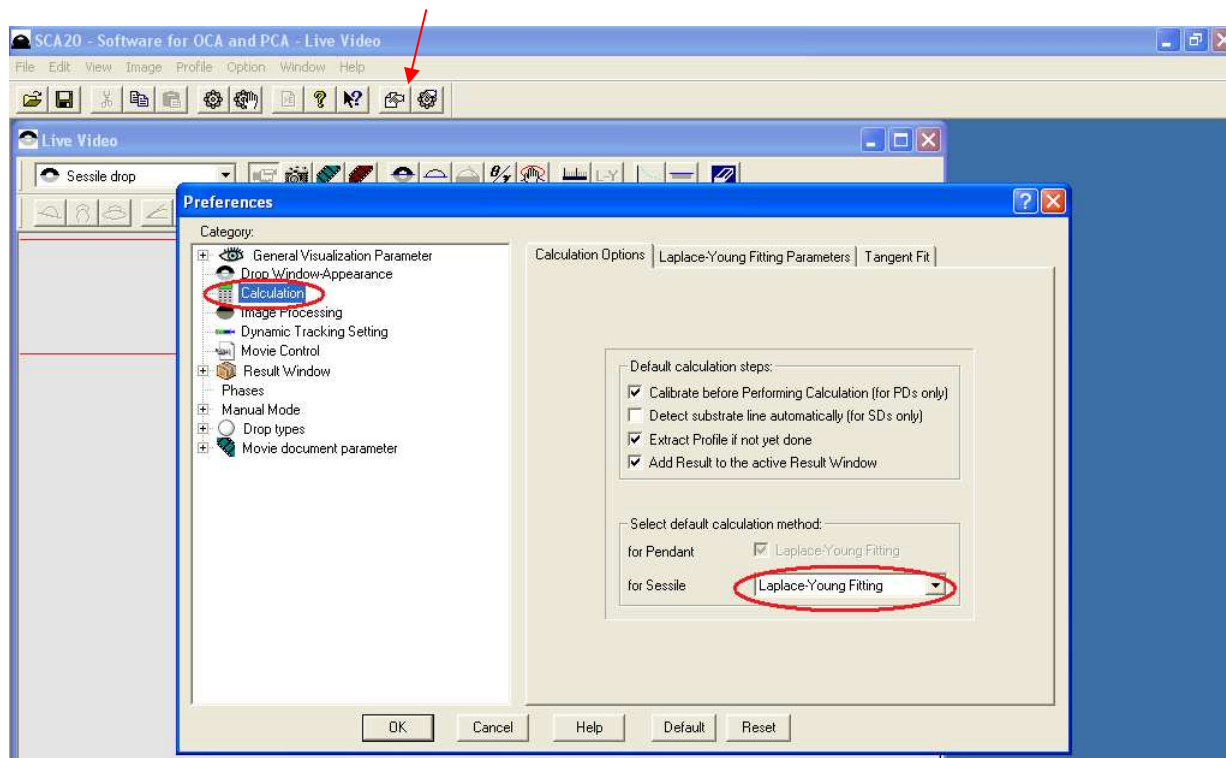
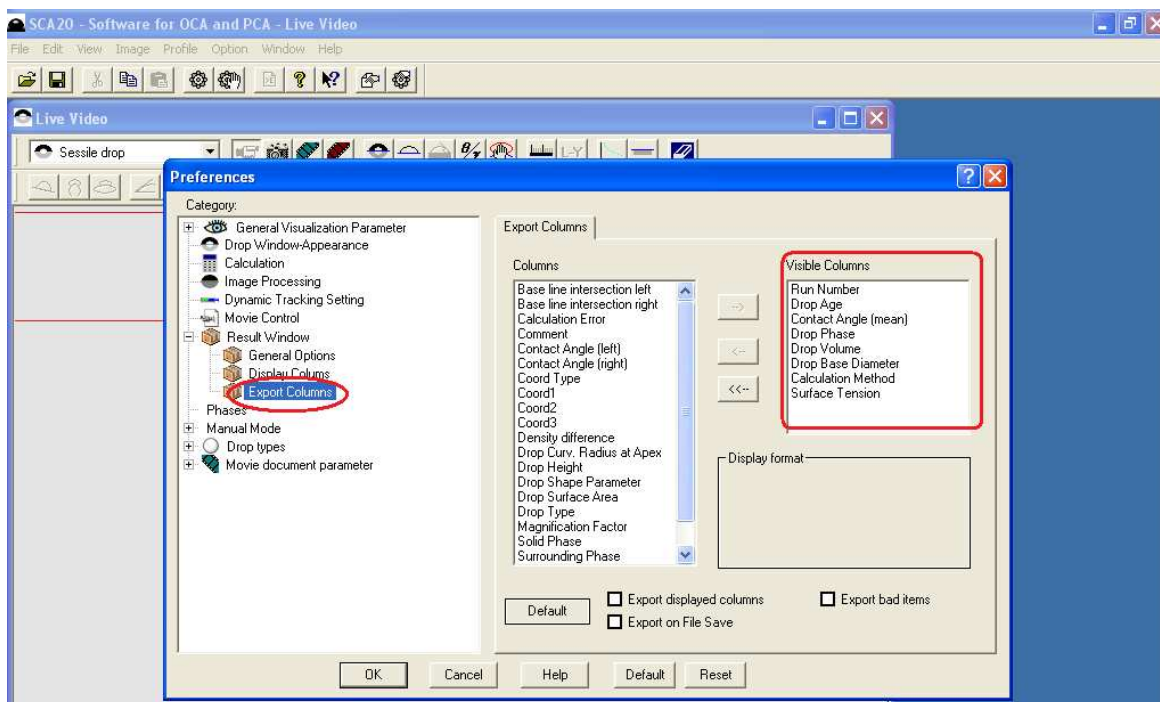
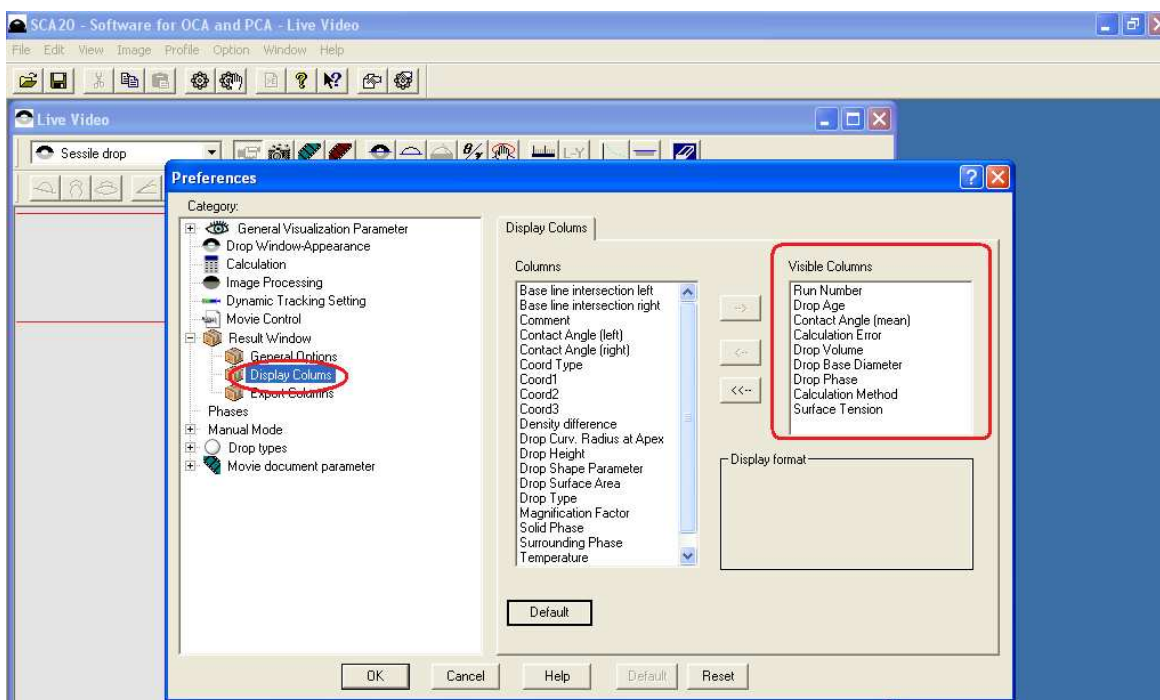
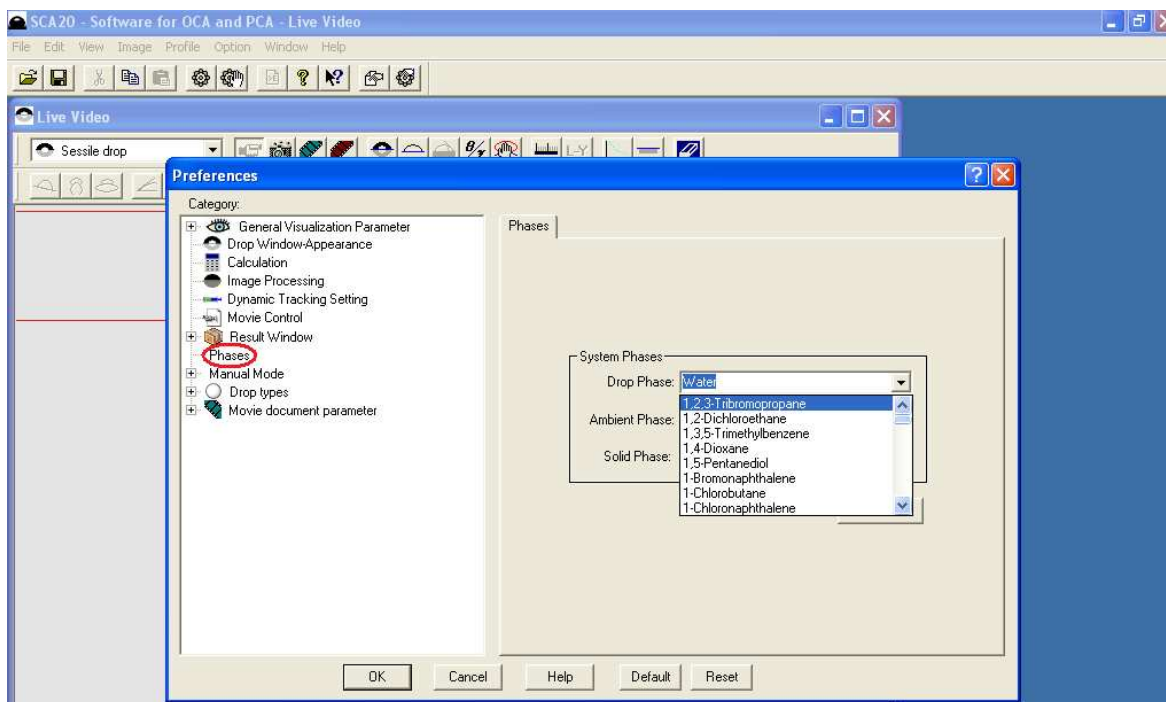
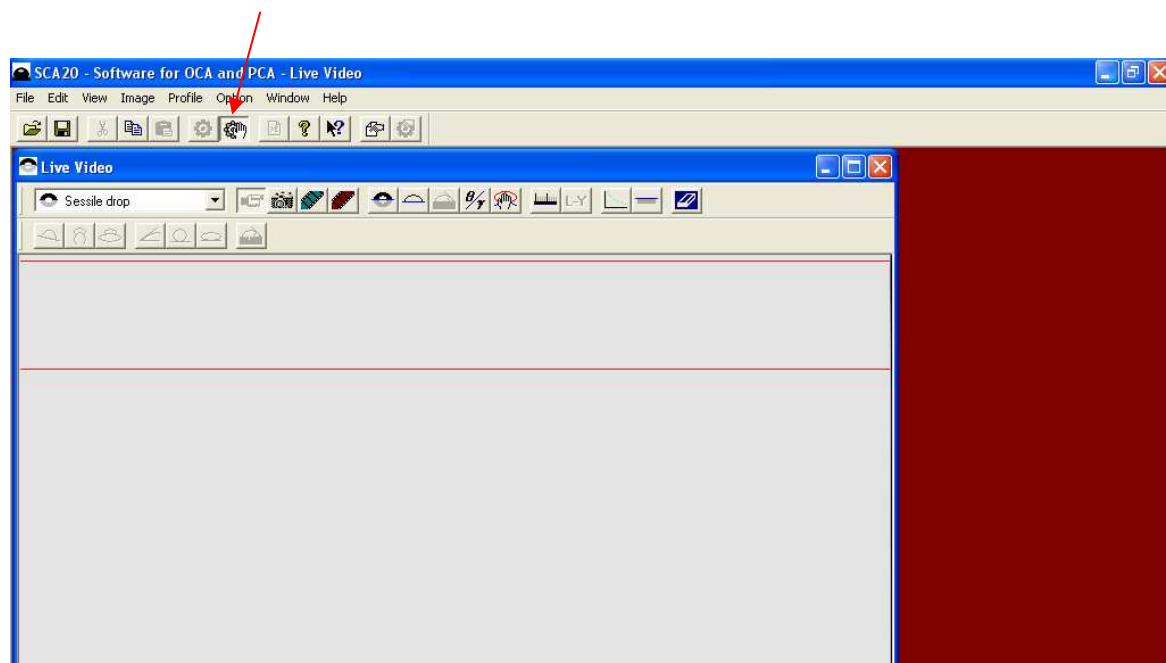
Wengé

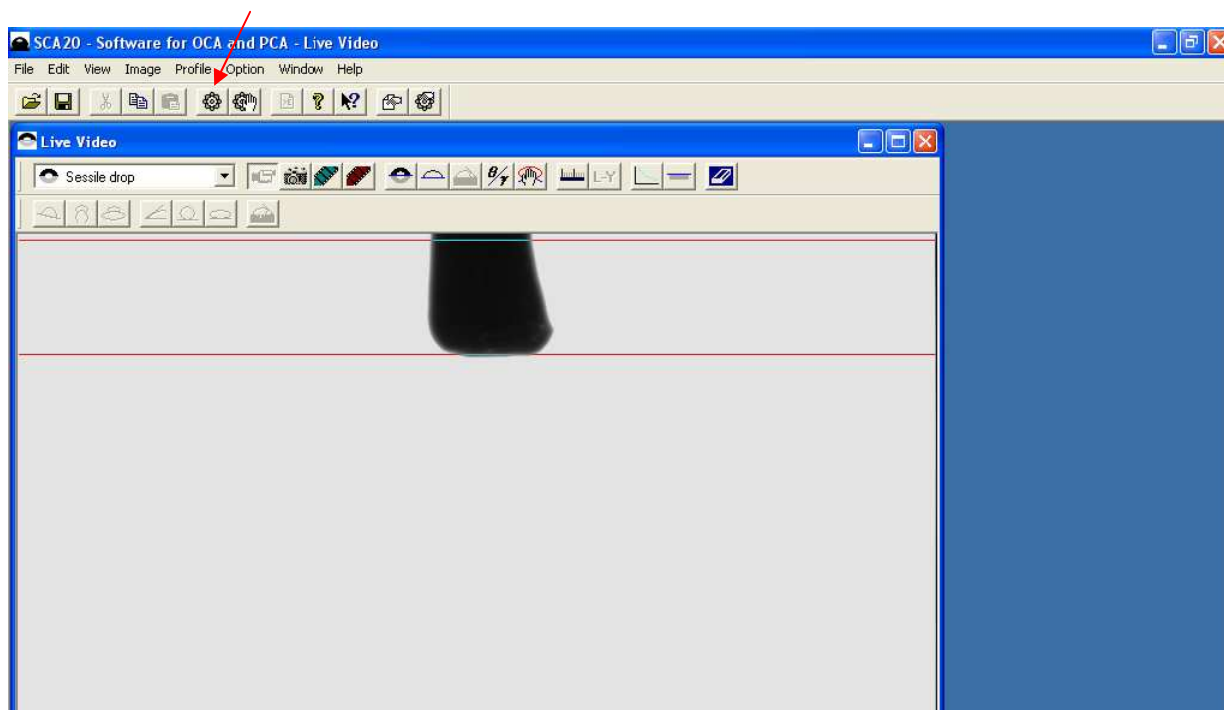
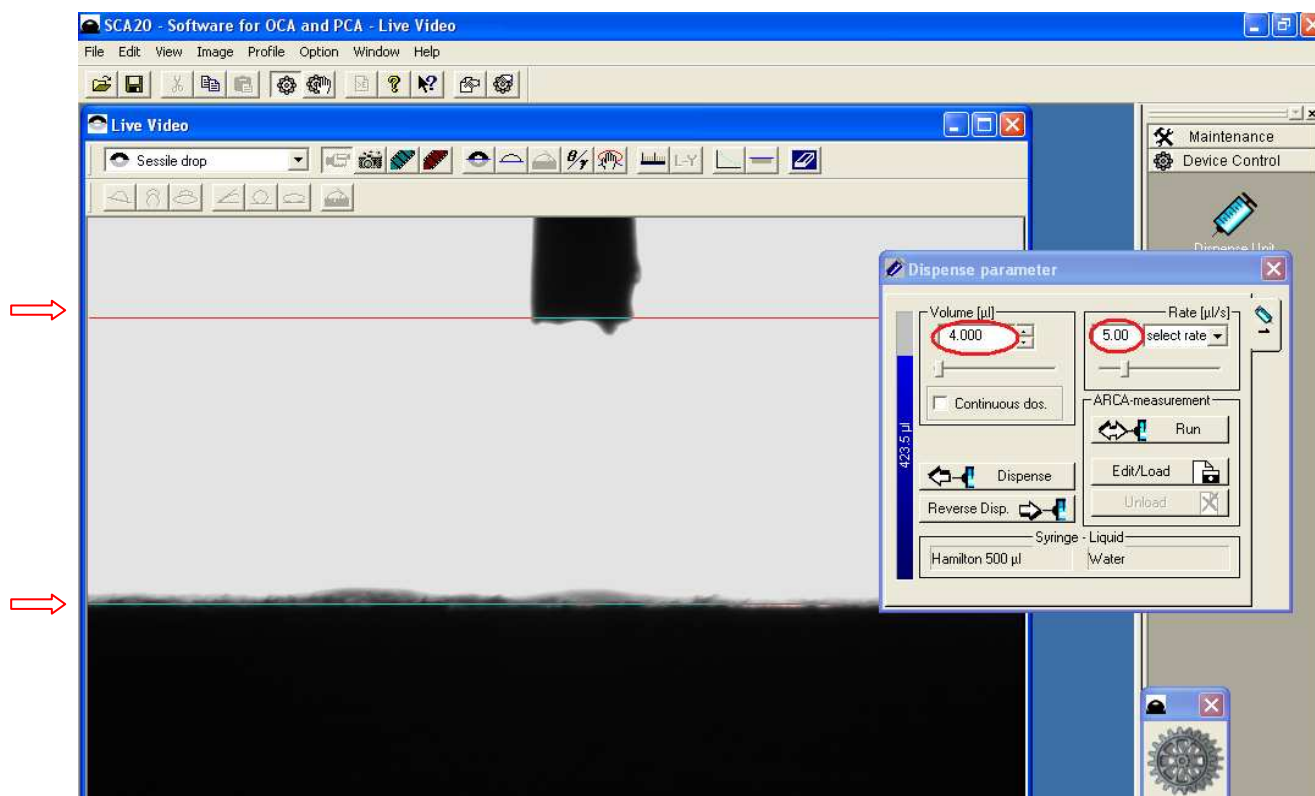
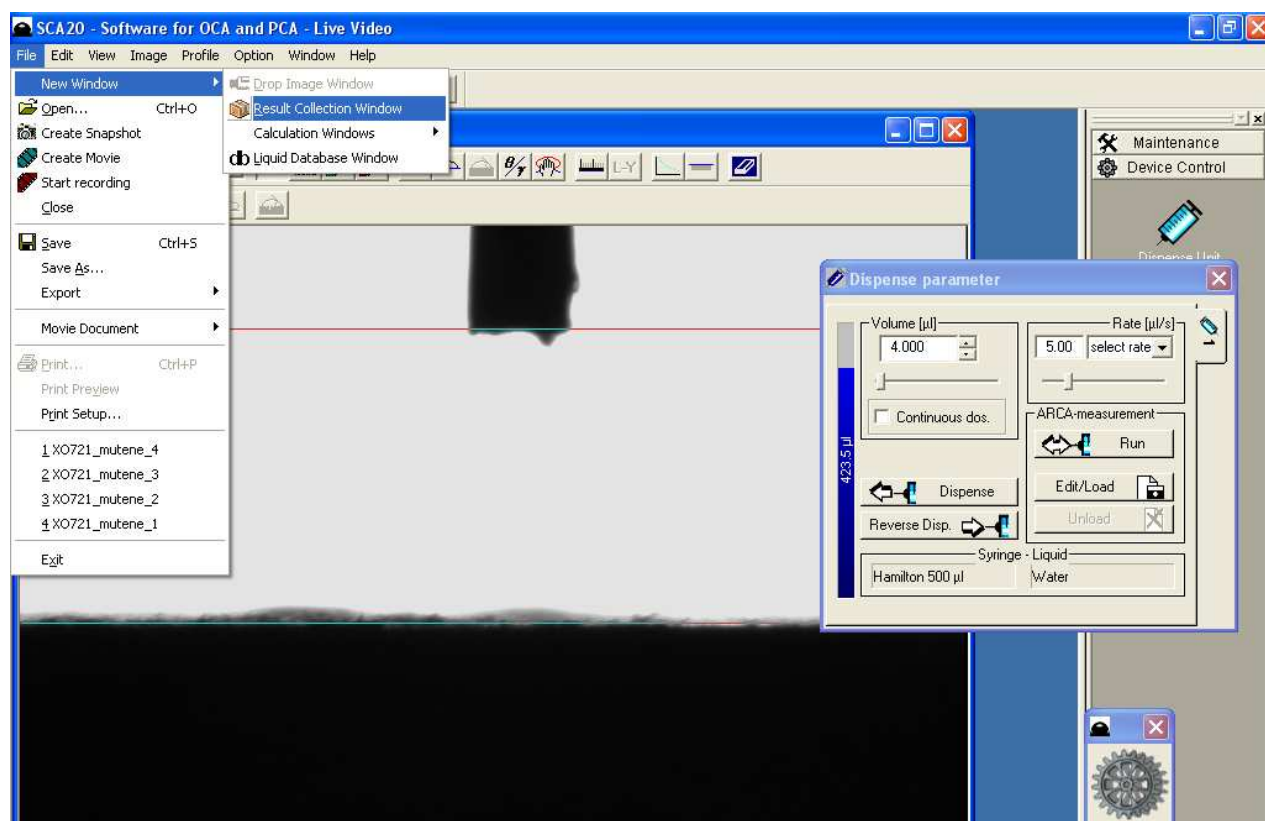
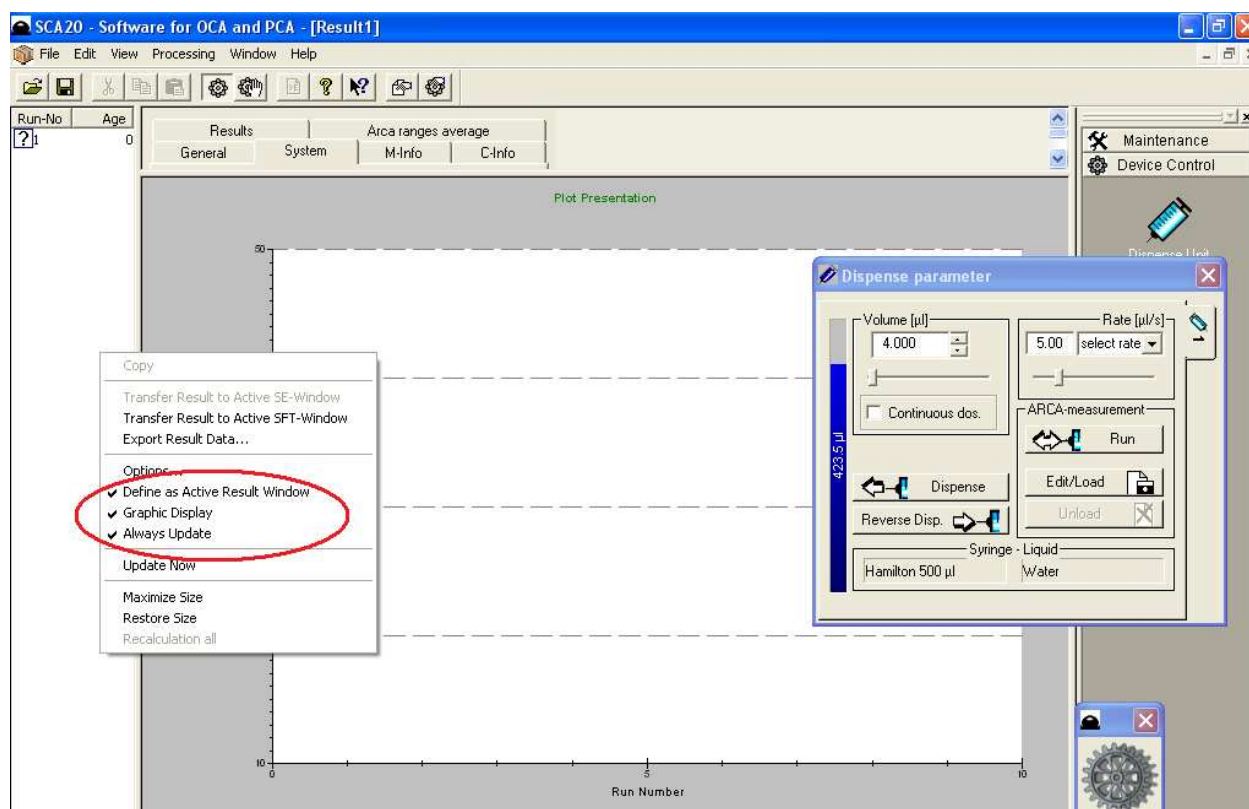
Mutene

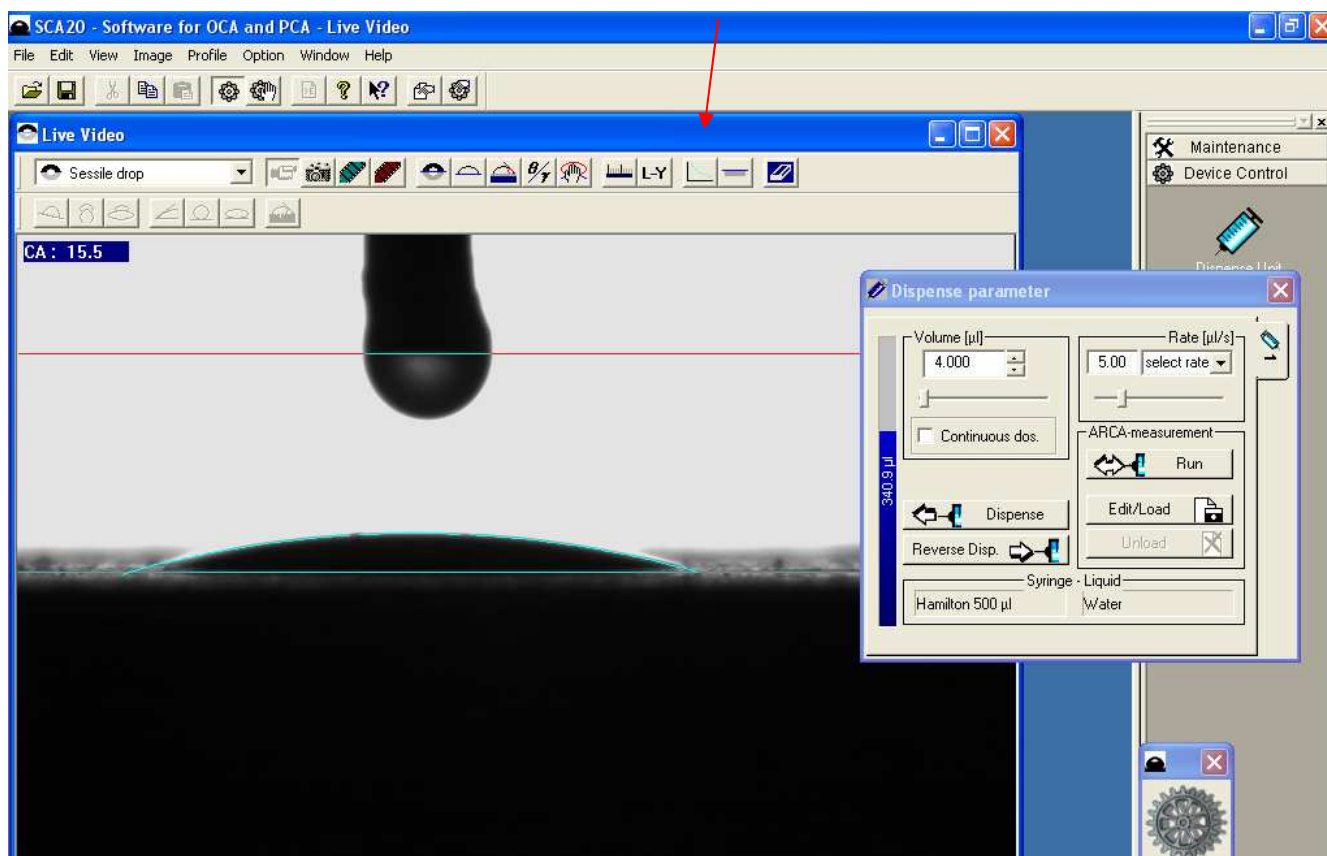
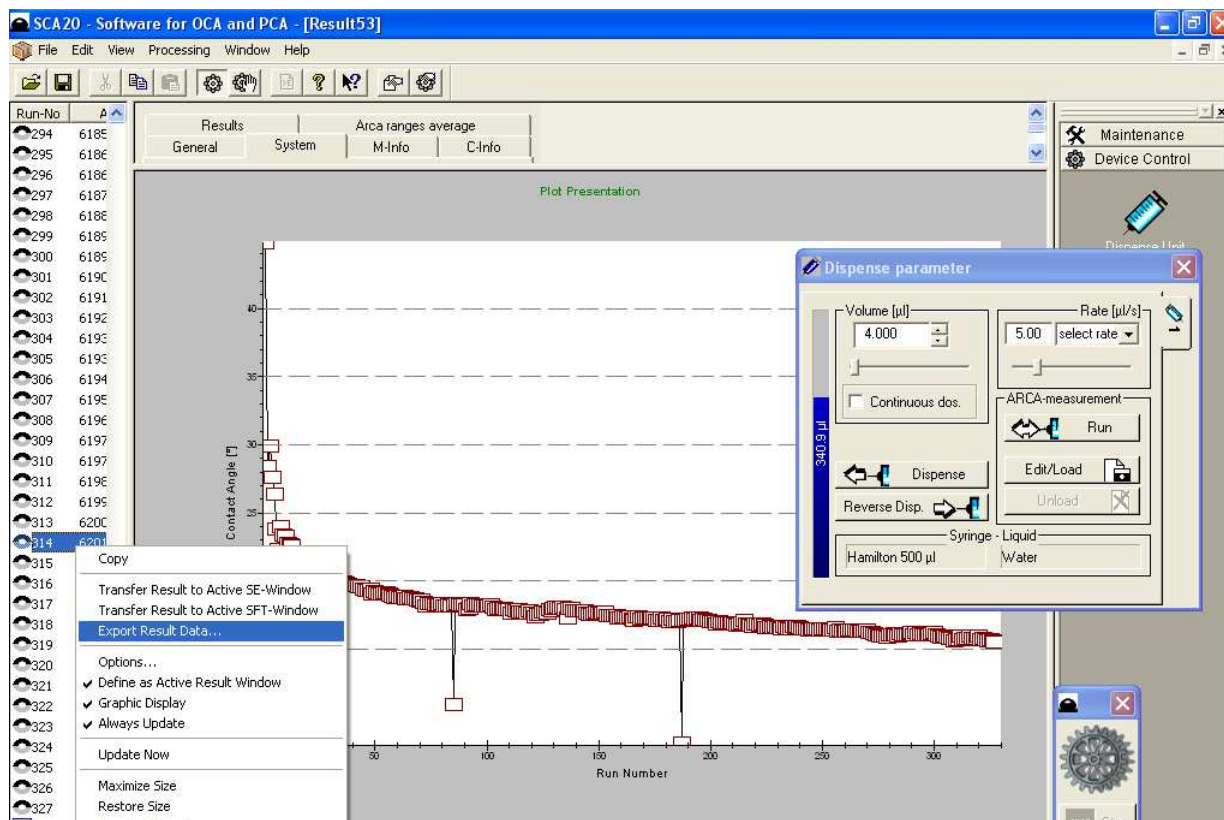
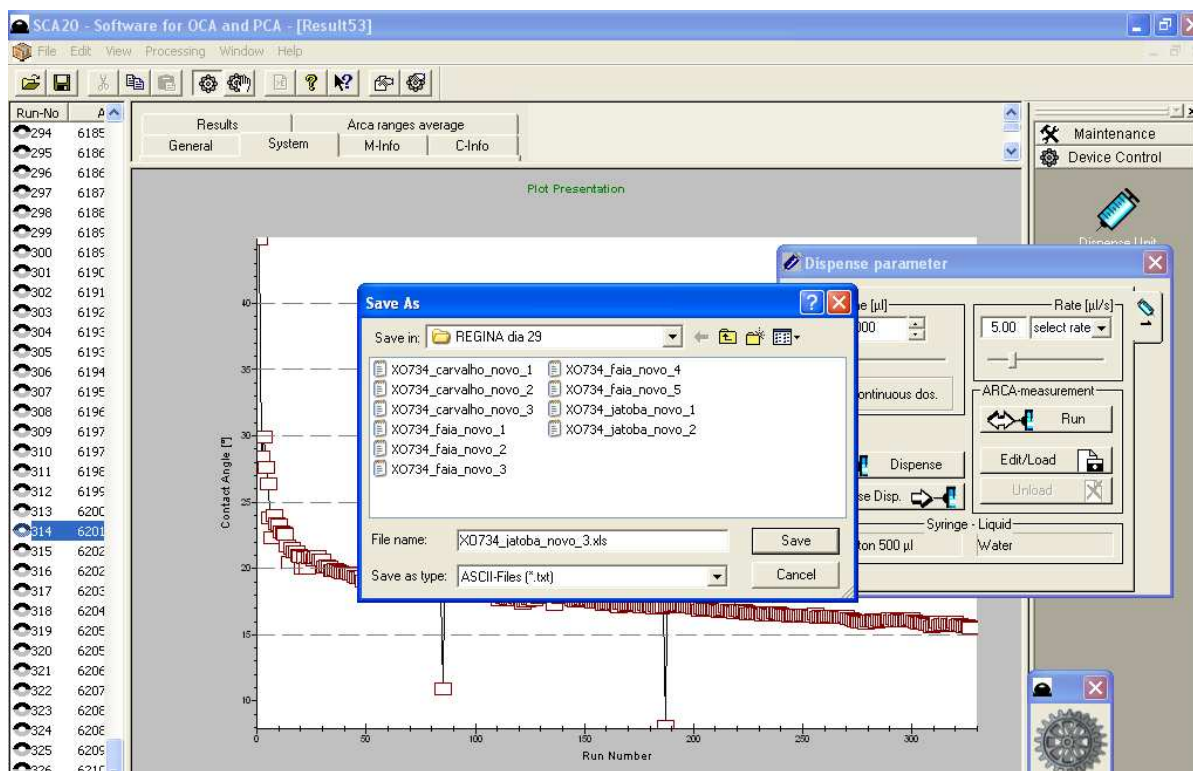
Anexo 8 Manual de Utilização do Equipamento *OCA 20* da *Dataphysics*

Após iniciar o software, este deverá ser devidamente configurado.

1. Deverão ser definidas as *Preferências*.

a) Cálculo

b) Definir variáveis a exportar

c) Seleccionar a fase da gota

2. Escolher o modo manual

3. Colocar a seringa no respectivo suporte e ajustar com os botões existentes no equipamento.

4. Colocar em modo automático.

5. Ajustar as linhas de base e clicar em *Dispense Unit* para definir os parâmetros na janela *Dispense Parameter* que surge.

6. Abrir uma janela com os resultados. Para tal, seleccionar *File* ➝ *New Window* ➝ *Result Collection Window*.

7. Na janela de resultados, verificar, com o botão do lado direito do rato, se estão seleccionadas as opções abaixo.

8. Para dispensar a gota, clicar em *Dispense* na janela *Dispense Parameter*.

9. Para iniciar a medição, clicar no botão seleccionado abaixo e só largar quando a gota já se encontrar sobre o substrato.

10. Para guardar os resultados, clicar com o botão do lado direito do rato na tabela do lado esquerdo.

Surgirá a janela *Save As* onde deverá ser escolhido o local de armazenamento da informação e o nome do respectivo ficheiro.

11. Para efectuar um novo ensaio deverá ser limpa a informação do ensaio anterior.